

UNIVERSITÉ DE NANCY - FACULTÉ DES SCIENCES

LABORATOIRE DE BOTANIQUE AGRICOLE DE L'INSTITUT AGRICOLE ET COLONIAL

ANNÉE 1935

N°

THÈSES

PRÉSENTÉES A LA

FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

POUR OBTENIR LE TITRE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

MENTION „SCIENCES“

PAR

M. HALIT YÉRO

AGRONOME DE L'INSTITUT AGRICOLE ET COLONIAL
DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

1^{re} THÈSE : Effet d'intoxication des nitrates sur les graines de semis

2^{me} THÈSE : Proposition donnée par la Faculté.

Soutenues le 13 DEC 1935 devant la Commission d'examen

Président : M. E. GAIN Professeur de Botanique

Directeur de l'Institut Agricole et Colonial

Examineurs : M. M. BOUIN Professeur de Zoologie appliquée

JOLY Professeur de Géologie

SALONIQUE ..

IMPRIMERIE N. NICOLAÏDÈS

9, RUE TSIMISKI

1935

UNIVERSITÉ DE NANCY - FACULTÉ DES SCIENCES

LABORATOIRE DE BOTANIQUE AGRICOLE DE L'INSTITUT AGRICOLE ET COLONIAL

ANNÉE 1935

N°

THÈSES

PRÉSENTÉES A LA

FACULTÉ DES SCIENCES DE NANCY

POUR OBTENIR LE TITRE DE

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY.

MENTION „SCIENCES“

PAR

M. HALIT YÉRO

AGRONOME DE L'INSTITUT AGRICOLE ET COLONIAL
DE L'UNIVERSITÉ DE NANCY

1^{re} THÈSE : Effet d'intoxication des nitrates sur les graines de semis

2^{me} THÈSE : Proposition donnée par la Faculté.

Soutenues le 1935 devant la Commission d'examen

Président : M. E. GAIN Professeur de Botanique

Directeur de l'Institut Agricole et Colonial

Examineurs : M. M. BOUIN Professeur de Zoologie appliquée

JOLY Professeur de Géologie

SALONIQUE ..

IMPRIMERIE N. NICOLAÏDÈS

9, RUE TSIMISKI

1935

UNIVERSITÉ DE NANCY

FACULTÉ DES SCIENCES

Doyen : M. CORNUBERT

Assesseur : M. E. GAIN

Doyens honoraires : M. M. Petit et Leau.

Professeurs honoraires : M. M. Certen, Blaise, Thculet

Guyot, Guntz, Grignard, E. Darmois, C. Gutton, Petit, Croze.

Maitres de conférences honoraires : M. M. Férée, Delatour, Richards, Friedel.

PROFESSEURS :

M. M.

CUÉNOT	Zoologie.
MAUDUIT	Electrotechnique
GAIN	Botanique
LEAU	Calcul différentiel et intégral
BOURION	Chimie physique et Electrochimie
HUSSON	Mécanique rationnelle.
VAVON	Chimie organique.
FALLOT	Géologie.
TRAVERS	Chimie industrielle.
LONGCHAMBON	Minéralogie.
CORNUBERT	Chimie.
COURTOT	Chimie tinctoriale.
MENTRÉ	Mécanique appliquée.
BOUIN	Zoologie appliquée.
DE MALLEMANN	Physique.
LAFFITTE	Chimie minérale.
CHEVALIER	Physique.
JOLY	Géologie de la Lorraine.

MAITRES DE CONFÉRENCES :

M. M. RAYBAUD	Botanique.
BELSARTE	Mathématiques appliquées.
POIROT	Physique.
LAPORTE	Physique.

CHARGÉ DE COURS :

M. DUBREIL	Analyse Supérieure.
----------------------	---------------------

Secrétaire : M. Bertrand.



A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE

A MA MÈRE



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547406_0041

À MONSIEUR EDMOND GAIN

*Professeur à l'Université de Nancy
Directeur de l'Institut Agricole et Colonial*

INTRODUCTION

L'action utile des nitrates n'est plus à prouver; sans parler des nombreuses recherches effectuées en ce sens, leur usage de si longue date dans l'agriculture en est une preuve suffisante.

On avait bien, vers la fin du siècle dernier, attiré l'attention publique sur l'action quelquefois désastreuse du nitrate de soude du Chili dans les cultures, mais comme il fut prouvé plus tard (voir Ann. Sc. Agr. 1902-1903 H. Pallet et B. Fribourg) ces accidents n'étaient dûs qu'aux impuretés contenues dans cet engrais, spécialement aux perchlorates et chlorates qui s'y trouvaient quelquefois dans la proportion de 6 % (utilisés aujourd'hui comme désherbants en raison de leur toxicité excessive). Mais depuis, les procédés d'extraction du nitrate de soude du Chili ont été améliorés, et ce dernier ainsi que les différents nitrates de synthèse sont livrés au commerce à peu près purs, ou tout au moins, débarrassés des corps susceptibles de leur conférer un pouvoir toxique. Malgré ces précautions quelques expérimentateurs disent avoir constaté dans certaines conditions une levée médiocre lorsque les semailles se font un peu avant ou après l'épandage des nitrates.

D'autre part, la pratique tendant à répandre le mélange de l'engrais et de la graine s'est fait des partisans convaincus mais aussi des ennemis acharnés. Vu l'importance toujours croissante que les engrais nitriques occupent dans l'économie rurale, l'étude de leur toxicité possible était d'une actualité brûlante. La possibilité d'une meilleure utilisation, en modifiant les conditions actuelles de l'épandage, serait un avantage d'une portée pratique considérable. On voit dès lors qu'un vaste champ d'investigation s'offrait à nous et qu'il y avait une série d'expériences à entreprendre en pleine terre, en pots, en solutions.

Ces recherches ont été faites au Laboratoire et au champ d'expérimentation de la Station Agronomique de Nancy, sous la direction de M. le Professeur Edmond Gain, Directeur de l'Institut Agricole où nous avons poursuivi notre formation agronomique.

Avant d'exposer les résultats de nos recherches, qu'il nous soit permis ici de remercier notre excellent Maître M. le Professeur Edmond Gain pour la bienveillante attention dont il n'a cessé d'entourer nos efforts et pour les conseils qu'il a bien voulu nous donner.

Nous exprimons également notre gratitude à M. Ch. Dupont, Directeur de la Station Agronomique de Nancy, grâce à la bienveillance et à l'aide empressée duquel nous avons pu mener ce travail à bien.

Nous devons également un très reconnaissant merci, pour l'aide précieuse que nous ont apportée M. M. Vadon Ingénieur Agricole, Jacquin Ingénieur E. N. I. A., Bracquart ancien préparateur à l'Institut Pasteur, préparateurs à la Station Agronomique, avec lesquels il nous a été particulièrement doux de resserrer les liens d'une affectueuse camaraderie et qui nous ont consacré en conseils tous les loisirs qu'ils ont pu dérober à leur lourde tâche.

Que tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont aidé à réaliser ce travail, trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

HISTORIQUE

L'influence des agents chimiques en général, et des engrais sur les végétaux a été et continue à être l'objet d'innombrables études; nous ne rappellerons ici que celles se rapportant au sujet de notre travail, c'est à dire relatives à leur action néfaste sur la germination et la végétation.

Parmi les auteurs ayant étudié la question de la toxicité, les uns comme Mathews, Ruf de Lavisson, Paulesco, Maume et Dulac se sont préoccupés de trouver une relation entre les propriétés toxiques d'une substance et certaines de ses propriétés chimiques; d'autres comme Coupin, Magowan, Osterhout ont comparé la toxicité de divers sels minéraux à l'égard des végétaux sans s'inquiéter d'une relation possible avec leurs propriétés moléculaires.

En 1896 M. M. Claudel et Crochetelle étudiant l'action de solutions des sulfate et chlorure de potassium, sulfate et superphosphate d'ammoniaque, scories, nitrate de soude, purin sur les graines de blé, lentilles, luzerne, colza, moutarde, sainfoin etc, remarquent, et cela se conçoit aisément, que toutes les espèces de semences ne sont pas influencées de la même manière par les agents mis en expérience; le blé étant parmi les graines essayées, celui qui résiste le mieux, et la luzerne, lentille, lin, les plus sensibles à l'action de ces engrais. Les engrais potassiques, sous forme de sulfate et surtout de chlorure de potassium retardent d'une façon générale le levée. Les substances alcalines à base de chaux et de potasse favorisent d'une façon marquée la germination, des légumineuses notamment. Le nitrate de soude est défavorable, le lin s'y montre très sensible alors que le colza et la moutarde lui résistent mieux. Le sulfate d'ammoniaque a eu une influence désastreuse sur les pois, lentilles, luzerne, colza, lin, vesce, un peu moins pour le blé et le sainfoin. Le superphosphate d'ammoniaque a produit un ralentissement de la germination alors que grâce au phosphate basique de chaux les scories ont donné de bons résultats ainsi que le purin. La germination est génératrice d'acide : ils dosent en effet les quantités d'acide produites par les graines en germination; elles sont parfois énormes, et ils concluent que seuls les engrais basiques sont utiles à la germination parcequ'ils neutralisent ces acides.

Les mêmes auteurs recherchent ensuite l'action d'une solution de 1 % d'acide sulfurique qui ne laisse germer que l'avoine et l'orge

alors que les autres céréales et la vesce supportent $\frac{1}{2} \text{ ‰}$.

Dans une remarque incidente au sujet du pralinage M. E. Gain redoute aussi l'action du sulfate d'ammoniaque et du nitrate de soude en raison de leur toxicité. A 2 ‰ le sulfate d'ammoniaque empêche la germination et tue à 5 ‰ .

M. W. Sigmund utilise pour ses essais le blé, le seigle, l'orge, le pois, le colza et partage l'opinion de M. M. Claudel et Crochetelle en ce qui concerne la nocivité des acides pendant la période germinative : minéraux ou organiques ils sont tous nuisibles et seules les céréales présentent une certaine résistance à leur égard à 1 ‰ d'acide libre; de même il constate que les sels acides exercent une action défavorable comparés aux sels neutres de la même base, résultat des essais avec les sulfates acides et neutres de potasse. Il reconnaît néanmoins que les bases libres et les sels à réaction fortement alcaline possèdent aussi une action toxique, témoins les résultats obtenus avec les carbonates de potassium et de sodium, fortement alcalins, et ceux avec les bicarbonates correspondants qui le sont très peu. Le même auteur établit que les matières grasses et les huiles essentielles entravent complètement la germination pour les céréales ou bien la retardent beaucoup pour le pois et le colza. Les anesthésiques et les hydrocarbures sous forme de vapeur tuent les graines; à l'état liquide ils entravent complètement ou retardent la germination; le pois est le moins sensible à leur action. Les alcaloïdes et les hypnotiques artificiels possèdent une action physiologique analogue; les antipyrétiques retardent plus ou moins la germination à une concentration de 1 ‰ , les céréales étant moins sensibles à cette dose; à cette même concentration les antiseptiques sont tous nuisibles. Pour Sigmund le germe est plus résistant vis à vis des poisons organiques que des poisons minéraux.

En 1890 M. Hötter recherche l'influence de l'acide borique sur le développement du pois et du maïs et constate que $1/100.000$ ralentit la végétation.

M. Morel constate comme M. Hötter la grande sensibilité du blé et du haricot vis à vis de l'acide borique : 2 ‰ arrête leur germination.

M. de Varigny étudie l'action de l'atropine, un alcaloïde végétal extrait de la belladone, sur les graines les plus diverses et conclut qu'elle est défavorable pour le blé, l'orge, le maïs, le navet, le radis. Son action est nulle vis à vis du chou, lentille, pois, betterave, sarrasin. Elle est encore favorable à la carotte, poa, laitue.

En 1891 M. Cornevin considère les plantes à toxicité continue et les plantes à toxicité interrompue. Dans la première catégorie figurent celles dont les graines contiennent le principe répandu dans le végétal, dans la seconde celles dont les graines sont dépourvues de ce principe. Pour les premières il reconnaît que l'action exercée par la substance extraite des semences sur la germination des graines de cette même espèce est nulle; ainsi la saponine n'agit pas sur la germination de

Agrostemma githago et la cystine est supportée par les graines de *Cytisus laburnum*.

Au contraire l'alkaloïde localisé dans une seule partie du végétal autre que la graine a des effets variables sur la germination des graines de l'espèce qui l'a fourni. Tantôt il l'entrave comme lorsqu'on soumet des grains de tabac à l'action de la nicotine, et tantôt la favorise, c'est le cas de l'opium sur les grains de *Papaver somnifera*.

M. Heinrich montre que le carbonate de calcium est nuisible au développement des lupins.

M. Windish observe que même en solution diluée l'hydrate de chaux diminue nettement l'énergie germinative du blé.

En 1900 M. H. Coupin présente une étude sur la toxicité d'un assez grand nombre de sels minéraux. Il note le poids de chacun de ces corps qu'il faut dissoudre pour 100 cm³ d'eau distillée pour empêcher la germination du blé de se produire.

Il classe ainsi ces corps en éminemment toxiques, fortement toxiques, etc. Ce tableau n'a pas de portée pratique et le comportement de ces différents corps dans la terre arable serait tout autre : on y voit en effet figurer comme isotoxiques les engrais les plus efficaces et les poisons les plus dommageables. Le carbonate de soude le plus terrible poison des terres arables est aussi toxique que le nitrate de soude qui lui même est noté comme plus toxique que le NaCl (notons pour mémoire que le NaCl à 300 kgs à l'Ha est utilisé comme herbicide en poudre et détruit radicalement les sanves (*Sinapis arvensis*) les ravenelles (*Raphanus raphanistrum*) (Ch. Crépin).

M. Millardet a montré que les zoospores du mildiou sont tuées à 2 ou 3/10.000.000 de SO⁴Cu.

Dans ses belles recherches sur le *Stérigmatocystis nigra*, M. Raulin a prouvé que ce champignon est très sensible à l'action des substances toxiques.

Le nitrate d'argent est encore vénéneux à 1/1.600.000 du poids du liquide.

Le chlorure de mercure à 1/1.512.000 du poids de mercure.

Le chlorure du platine à 1/8.000.

Le chlorure de cuivre à 1/240.

Ces faits étaient bien établis; mais M. H. Coupin s'appliqua à chercher la sensibilité des végétaux supérieurs à l'égard des agents toxiques. Les résultats de ses recherches donnent le blé encore sensible à l'action de :

1/700 000.000 de sulfate de cuivre.

1/30.000.000 de bichlorure de mercure.

1/10.000.000 de chlorure de cadmium.

1/1.000.000 de nitrate d'argent.

il conclut que les plantes supérieures sont aussi et peut-être plus sensibles que les champignons inférieurs vis à vis de très faibles dilutions

de substances toxiques.

La sensibilité des plantes est telle à l'égard du cuivre que leurs racines restent courtes dans l'eau distillée provenant d'un alambic en cuivre. Rappelons à ce sujet la polémique qui s'engagea entre M. Boehm et l'agronome français M. Dehérain ce dernier démontrant en 1881 à quelle erreur était due la conclusion du physiologiste autrichien tendant à faire croire que les sels de chaux étaient indispensables à la germination et cela parce que les haricots qu'ils cherchaient à élever dans l'eau distillée mouraient alors qu'ils se développaient bien dans l'eau de fontaine.

M. M. Dehérain et Demoussy à l'inverse de Boehm obtinrent la germination en l'absence de chaux, prouvant ainsi que l'arrêt de la germination était dû aux traces impondérables de cuivre provenant de l'alambic et qu'ils ont évalué à 0,001 par litre d'eau distillée, ce qui suffit pour empêcher la germination.

Un peu avant dans une étude ignorée alors et publiée en 1901 M. Coupin estimait à 1/700.000 000 la nocivité du cuivre pour le blé, et très voisine quelle que soit sa forme : bibromure, bichlorure, sulfate, acétate, nitrate. Le radical électronégatif Br^2 , Cl^2 , SO^4 etc, ne pouvant intervenir à de si faibles dilutions, la grande toxicité de ces corps n'est due d'après l'auteur qu'à l'ion Cu. Il attire l'attention sur le fait que SO^4Cu à 5 et même 10 % a été proposé comme herbicide pratique, ce qu'il juge dangereux, car la solution cuprique qui s'infiltre dans le sol risque de tuer les racines du blé et de compromettre les cultures ultérieures. Le même auteur étudie la toxicité des composés alcalino-terreux et ajoute que de ce que leurs composés présentent une grande affinité, il ne s'ensuit pas nécessairement qu'ils doivent être également toxiques. Il note que pour les animaux, seuls les composés de baryum sont toxiques, ceux du calcium, du strontium leur sont ou indifférents ou légèrement nuisibles. Entre autres conclusions il convient de retenir :

- 1° en ce qui concerne les composés du calcium, les iodures sont très toxiques, les acétates, chlorures faiblement toxiques, les nitrates, les phosphates, les bromures très faiblement toxiques.
- 2° ceux du baryum sont ou éminemment toxiques : chlorates, ou très fortement toxiques : iodures, fortement : nitrates, chlorures, acétates, ou moyennement toxiques : bromures.
- 3° les composés du strontium sont ou très fortement toxiques : iodures, ou faiblement : chlorures, bromures, ou très faiblement : nitrates.

On voit que la toxicité augmente pour les trois métaux du bromure au chlorure et à l'iodure. La toxicité du strontium est supérieure à celle du calcium et du baryum, ce qui coïncide avec leur comportement vis à vis des animaux, mais à l'inverse de ces derniers la plupart des composés du strontium et du calcium sont toxiques pour les

plantes. Enfin, le résultat le plus intéressant à noter est que la toxicité des composés homologues du calcium, du strontium, du baryum augmente dans le même sens que le poids atomique du métal.

M. M. Mazé et Perrier reconnaissent que les alcools éthyliques et méthyliques, les sucres, la glycérine retardent de quelques jours la germination du maïs, mais ne gênent nullement l'évolution des plantules.

M. Molliard étudiant les modifications que l'apport des substances organiques amène dans la structure des végétaux remarque que le glucose a produit chez le radis une diminution de la croissance et les acides tartriques et oxaliques à 0,5 % ont arrêté la germination. Le nitrate de chaux diminue le rendement en poids sec lorsqu'on l'ajoute à la solution glucosée à 5 %.

En 1911 M. Miège note que l'eau oxygénée de 12 à 3 volumes exerce une influence toxique sur beaucoup de graines : blé, vesce, avoine etc.

M. Canals reconnaît qu'au dessous de 1/10.000 le magnésium est encore toxique pour les racines.

M. Paulesco fait agir sur un même poids de levure et de glucose des quantités croissantes d'un des quatre chlorures alcalins : chlorure de potasse, chlorure de soude, chlorure d'ammoniaque, chlorure de rubidium (Rb) et note la dose minimum de sel pour laquelle il n'observe plus de dégagement de CO_2 ; en faisant le quotient des poids moléculaires des différentes espèces chimiques par les concentrations correspondantes il obtient un nombre constant qui le conduit aux conclusions suivantes :

- 1^o/ L'action des chlorures est indépendante du poids de levure et proportionnelle à la concentration des solutions.
- 2^o/ Les doses minima de NaCl , KCl , NH_4Cl , RbCl , qui agissent sur la levure de bière produisent un même effet et sont proportionnelles au poids moléculaire.
- 3^o/ L'action est physique et non chimique. Il ajoute enfin qu'une molécule de NaCl (58,5), une molécule de NH_4Cl (53,5) et une molécule de RbCl (121) ont une action égale; or ces molécules ne diffèrent que par le métal, c'est donc à lui que doit être imputé le fait que pour produire une même action des poids différents de ces substances sont nécessaires. Le poids atomique du nitrate de soude étant le plus faible il conclut que les chlorures alcalins sont d'autant plus actifs que le poids de leur atome métallique est plus faible.

En 1908 M. Magowan a publié un travail sur l'effet toxique de certains sels communs du sol (chlorures de magnésium, de soude, de potasse, de chaux) sur les plantes, L'auteur pense que la faible croissance obtenue avec MgCl_2 est due pour une grande part à son action toxique propre, mais aussi dans une certaine mesure à sa pression osmotique élevée. La molécule de MgCl_2 se dissocie quand elle est dis-

soute, en 3 ions au lieu de 2, comme c'est le cas de NaCl et KCl. Mais le CaCl_2 malgré sa pression osmotique à peu près égale à celle de MgCl_2 , permet une végétation supérieure à celle obtenue avec les chlorures alcalins; il doit donc jouir d'une toxicité propre plus faible que chacun des autres sels expérimentés; et M. Magowan établit pour les chlorures, en ce qui concerne les principales bases du sol, l'ordre suivant de toxicité : Mg, Na, K, Ca.

M. Ruf de Lavison dit : «la propriété d'une molécule est une propriété additive des radicaux acides et basiques».

Dans les acides et les bases l'action serait due d'après lui non aux ions ou aux radicaux mais à la non saturation de la molécule. «Sur les actions toxiques des sels on doit, dit-il, tenir compte des propriétés générales des sels et de celles du protoplasme, c'est à dire des corps colloïdaux». Il détermine les sels qui coagulent le protoplasme et montre d'abord que la mort du protoplasme n'est pas nécessairement accompagnée de la coagulation immédiate. «... Les sels toxiques sont ceux qui pénètrent peu ou difficilement dans le protoplasme vivant lorsqu'on les emploie à faible concentration; les sels ayant la propriété de coaguler le protoplasme sont toxiques».

Il dresse la courbe toxicité de certains sels dont l'action toxique était jusqu'alors douteuse, et avoue que le poids atomique de différents radicaux envisagés souvent comme ayant une grande importance au point de vue de la toxicité ne possède pas une relation bien fixe : le strontium (Sr) qui a un poids atomique de (87) n'est pas toxique tandis que le fer (55) l'est extrêmement.

«Cependant, dit-il, en thèse générale tous les corps à poids atomique très élevé rendent la molécule toxique, et, dans la même série, les corps à poids atomique élevé sont plus toxiques que les autres.»

M. Mathews qui a aussi envisagé le poids atomique comme susceptible d'avoir un rapport avec la toxicité, a montré qu'il est sans influence.

M. Molliard note à ce sujet que la plupart des corps utiles aux plantes se trouvent avoir un poids atomique moyen.

En 1874 M. Voelcker constate que 10 kgs de potassium dans la quantité de $\text{SO}^4(\text{NH}^4)^2$ appliquée en couverture au froment ou à l'orge produit une action catastrophique sur le rendement; il examine ensuite du $\text{SO}^4(\text{NH}^4)^2$ brun foncé provenant de l'épuration du gaz et renfermant des sulfocyanures et lui attribue également une action des plus pernicieuses sur la végétation.

En 1886 le même auteur constate que les végétaux supérieurs refusent de pousser dans des solutions salines concentrées, et que les sels de potassium, d'ammoniaque et les nitrates, si utiles à la plante quand elle a commencé son évolution peuvent avoir une nette action retardatrice sur la germination. Il montre à cet égard, l'influence sur la germination des turneps, d'un trempage préalable des grains dans

des solutions de divers engrais. C'est ainsi que le $\text{SO}^4(\text{NH}^1)^2$ en a tué à 2% les $\frac{2}{3}$; la germination du tiers restant est sensiblement retardée.

M. Meusel reconnaît une grande toxicité aux sulfocyanures en solutions très diluées vis à vis du pois et du haricot.

Melle G. Promsy :

1^o/ De l'action des acides sur les grains en germination, conclut-que, pour les graines provenant de fruits non acides, la germination est tantôt gênée et tantôt au contraire accélérée par l'acidité extérieure.

2^o/ Les graines des céréales, blé, maïs semblent les plus aptes à profiter des acides qui leur sont offerts.

3^o. Des différences spécifiques ont lieu : le colza est défavorablement influencé par les acides qui diminuent le nombre de germination, alors que le lin et le chanvre ont été utilement influencés.

4^o/ Le lupin blanc et le haricot noir s'accommodent fort mal des acides qui sont plutôt favorables aux lentilles et plus encore aux fèves et soja.

5^o. Les graines provenant de fruits charnus : tomate, piment, courge, citrouille, graines de pommier tirent tout avantage de l'acidité du milieu, aussi bien avec les acides minéraux qu'organiques, à condition que les doses soient convenables.

Melle Promsy expérimente sur les acides oxalique, tartrique, malique, sulfurique et chlorhydrique.

Signalons également l'expérience si démonstrative de M. M. Müntz et Gaudechon sur l'action du NO^3Na et du KCl sur la germination, dans les sols insuffisamment humides; ils expérimentent sur une terre siliceuse (sèche à la main) contenant 9, 8% d'eau et remarquent qu'il se forme, autour des cristaux d'engrais salins NO^3Na et KCl qu'on y incorpore, des tâches humides qui vont s'aggrandissant et des zones cédant leur eau et présentant les caractères de la siccité. Ils notent que les graines qui se trouvent dans la zone foncée et humide ne peuvent germer, la concentration de la solution tuant l'embryon dès qu'il se développe. D'un autre côté, la terre placée entre les tâches s'est desséchée par la migration de l'eau vers la zone salée, et cette dessiccation empêche la germination de se produire, de sorte qu'ils n'observent aucune levée pour le blé et l'orge dans ces conditions d'expérience.

A la notion de la toxicité est venue se greffer celle, relativement récente, de l'antagonisme ou action d'un mélange de 2, 3 ou plusieurs espèces chimiques. On connaît à ce sujet les intéressantes recherches de M. Loeb sur un petit poisson, le fundulus. L'expérimentateur remarque que les jeunes poissons nouvellement éclos portés dans une solution de sel marin à la concentration même de l'eau de mer y meurent rapidement. Ils survivent au contraire indéfiniment quand on ajoute au NaCl

du KCl et du CaCl^2 en proportions convenables. Il en tire la conclusion suivant laquelle le KCl et le CaCl^2 n'agissent pas vis à vis de ces animaux comme des aliments mais qu'ils ne servent qu'à rendre NaCl inoffensif et préviennent ses effets néfastes. Le mélange NaCl, KCl, CaCl^2 est donc une solution saline antagoniste. L'antagonisme existe entre NaCl d'une part et KCl et CaCl^2 de l'autre. Même les sels très toxiques tels que les sels de plomb, de zinc, de cobalt, de manganèse et d'autres métaux bivalents sont capables de rendre une solution de NaCl inoffensive. Un corps peut disposer de pouvoirs antagonistes envers une multitude d'autres : ainsi le SO^4Zn ne rend pas inoffensif seulement le sel marin mais aussi le chlorure de lythium, d'ammonium de calcium etc; et il ajoute que vice versa, l'on n'obtient qu'avec des sels de semblables effets antagonistes rien de pareil avec la glycérine, l'urée, l'alcool.

M. Le Renard, prenant une solution saline à une concentration déterminée : du SO^4Cu , toxique pour le *Pénicillium glaucum*, note pour des concentrations variables de divers corps ajoutés, l'augmentation ou la diminution de récolte correspondante, c'est à dire la diminution ou l'augmentation de la toxicité du SO^4Cu . Les recherches l'amènent aux conclusions suivantes : aucun sel minéral, pris isolément en solution normale ou inférieure à la normale, n'a de valeur antitoxique avec le sel de cuivre pour le *Pénicillium glaucum*. Dans les sels minéraux une part de l'activité antitoxique revient aux acides, et l'acide nitrique est celui qui est le plus actif. Les sels de potassium, de magnésium et d'ammoniaque, les acides organiques qui présentent, dans leur constitution les groupes résiduels CH^3 , CH^2 , CH , seulement, unis au groupement fonctionnel acide, possèdent un pouvoir antitoxique. Des trois bases Mg, K, NH^4 ; Mg possède la valeur antitoxique la plus élevée dépassant de beaucoup le K et le NH^4 .

M. A. Demolon conclut à la toxicité du crud ammoniacal grâce aux ferrocyanure, sulfocyanure de fer, à l'ammoniaque et aux produits goudronneux; il étudie leur action dans du sable sur la germination et sur la croissance et remarque :

- 1^o/ A 2^o/₀₀ de CNS (NH^4) la germination, un peu retardée, est complète mais les jeunes plantes disparaissent progressivement.
- 2^o/ Une solution de $\text{SO}^4\text{Cu}(\text{NH}^4)^2$ à 2^o/₀₀ retarde un peu la germination qui se fait plus ou moins irrégulièrement, mais le développement des plantules est normal.
- 3^o/ Une solution de CNS (NH^4) à 2^o/₀₀, après addition à la terre de 1^o/₀₀ de carbonate de chaux précipité, permet une germination un peu retardée mais complète, le développement s'arrête bientôt.

Pour les grains pralinés de goudron, la germination est peu régulière mais le développement est bon. Après addition à la terre de

1⁰/₀₀ de goudron de houille la germination est nulle, alors que l'addition de 0,20⁰/₀₀ du même produit donne lieu à une germination régulière et le développement est plutôt activé.

Le sulfocyanure d'ammonium qui est peu toxique pour la germination se montre très sensible à la plante. L'auteur fait des trempages de 12 heures dans 1,2,5⁰/₀₀ de sulfocyanure d'ammonium (trèfle, luzerne) pour 50 cgs de grains dans 20cm³ de solution et remarque que 2⁰/₀₀ n'entrave pas la germination et ne tue pas; à 5⁰/₀₀ quelques grains sont tués.

La sensibilité des grains aux sulfocyanures n'est donc nullement comparable à celle que l'on constate pour certains autres sels, le cuivre par exemple.

M. Demolon rappelle les travaux effectués par M. Voelcker sur le $\text{SO}^1(\text{NH}^1)^2$ et les cyanures contenus, et affirme que c'est aux produits goudronneux qu'il faut en attribuer la toxicité. Le crud traité à l'éther n'a, d'après l'auteur, aucune toxicité; d'autre part les principes goudronneux du crud disparaissent à l'air humide par volatilisation ou dans la pluie, de cette façon les cruds exposés à l'air perdent leur toxicité.

M. M. Maume et Dulac introduisent la notion nouvelle de toxicité physiologique à celle de toxicité chimique et physique, déjà connue.

«.... On a reconnu à certains métaux un rôle coagulant sur le protoplasme, à d'autres un rôle asphyxiant. Mais pour des substances qui sont moins toxiques la plasmolyse des cellules indique clairement que la mort est provoquée par un excès de pression osmotique de la solution extérieure, et on admet ce caractère comme l'indice que, dans la molécule, ni l'anion ni le cation n'ont de toxicité propre». Voilà pour les deux sortes de toxicité déjà connues.

Mais les courbes de M. Magowan indiquent que, du CaCl^2 et du MgCl^2 dont la nécessité pour les plantes est évidente et la pression osmotique comparable aux mêmes concentrations, le CaCl^2 est trouvé dans certains cas moins toxique que le MgCl^2 . M. M. Maume et Dulac expliquent les différences d'allongement radiculaire du blé, pour une même concentration de MgCl^2 et CaCl^2 , par la différence d'intensité avec laquelle la plante les requiert dans ce stade de la végétation. Ils jugent donc plus rationnel de remplacer dans ce cas la notion de toxicité par celle de déséquilibre. «Nous savons, disent-ils, que les jeunes plantes réclament avec avidité le calcium pour la formation de leurs tissus. Il nous a paru logique d'expliquer les différences observées dans l'allongement radiculaire du blé, pour une même concentration en MgCl^2 et en CaCl^2 , par les différences d'intensité avec laquelle la plante les requiert à ce moment, plutôt que par la toxicité propre de l'ion Mg, puisque nous avons affaire à 2 chlorures.»

Ils étudient ensuite l'antagonisme et en définissent 3 types :

1^o/ Positif, quand le mélange est moins toxique que les solutions pures : le Ca supprime l'action nocive des composés de Mg, K,

NH⁴.

- 2^o/ Nul, quand le mélange est aussi toxique que les solutions pures : NaCl 0,12 mol. gr. + NH⁴Cl 0,11 mol. gr.
- 3^o/ Négatif, quand le mélange est plus toxique que les solutions pures : SO⁴K² 0,01 mol. gr. + NaCl 0,12 mol gr., présentent une certaine diminution de l'allongement radiculaire.

Le premier type d'antagonisme est le plus fréquent dans la nature et le troisième le plus difficile à rencontrer. Ils signalent l'intérêt qu'il y a à tracer des courbes des coefficients de dissociation qui permettent dans bien des cas, disent-ils, de connaître d'avance les proportions du mélange pour lesquelles l'antagonisme est maximum. A part cette constatation qu'un fait physiologique est révélé par une mesure physico-chimique, ils tireront la preuve d'une notion nouvelle qu'ils énonceront ainsi :

«La sensibilité du végétal répond non seulement au jeu des concentrations élevées pour certains sels (éléments plastiques), au jeu des concentrations extrêmement faibles pour d'autres sels (éléments catalytiques) mais encore au jeu de l'équilibre ionique.»

Enfin ils résument ainsi la contribution à l'étude des phénomènes de l'antagonisme, que les différents auteurs ont apportée (M. Le Renard et Melle Robert en France, M. M. Loeb, Osterhout à l'étranger) :

- 1^o/ L'antagonisme n'existe qu'à l'égard des électrolytes. Pas d'antagonisme avec les non électrolytes.
- 2^o/ L'antagonisme se manifeste avec une intensité variable, suivant les mélanges choisis et pour un mélange donné il varie avec le sujet expérimenté.
- 3^o/ Dans la plupart des cas il ne paraît pas possible de faire appel pour l'expliquer au rôle nutritif des sels. La concentration des solutions séparées étant toxique (Osterhout). Dans le cas de Melle Robert la question peut se poser.
- 4^o/ D'après certains auteurs l'antagonisme ne semble pas devoir se ramener qu'à des différences de pression osmotique dans les mélanges.

En 1924 M. M. Maume et Dulac ont publié une étude sur la période de toxicité de divers engrais azotés à l'égard du blé au début de sa végétation. Ils étudient l'action d'engrais organiques et nitriques expérimentés dans du sable quartzeux, dans la terre franche, dans le terreau et utilisent 4 doses soit : 30,60,90,120 kgs à l'Ha.

Dans le sable quartzeux les engrais minéraux répandus au moment de l'ensemencement deviennent toxiques quand leur dose dépasse 30 kgs d'azote. Si la fumure précède de 15 jours l'ensemencement on constate peu de modifications aux résultats précédents. Ils retrouvent à la dose de 120 kgs d'azote à l'Ha l'ordre de toxicité croissante des sels ammoniacaux signalé par M. Coupin : nitrate, sulfate, chlorure, carbonate d'ammoniaque.

En terre franche, 3 jours après la levée, 5 engrais sont manifestement favorables : carbonate, bicarbonate, sulfate d'ammoniaque, l'urée et la corne à 30 et 50 kgs d'azote à l'Ha; au delà leur action décroît.

Le nitrate de soude, le nitrate d'ammoniaque, le sulfate d'ammoniaque, le chlorure d'ammonium et la galalithe restent inférieurs au témoin et leur action néfaste va en augmentant avec les doses. Si l'observation a lieu 7 et 13 jours après la levée l'action défavorable disparaît : tous les engrais expérimentés donnent une augmentation sur le témoin. En terre humifère l'addition d'azote organique a une action moins marquée que celle de l'azote nitrique.

En 1905 M. A. Mayer a reconnu que les plantes acido-résistantes telle que le riz et la canne à sucre résistent mieux à l'action des doses massives de $\text{SO}^4(\text{NH}^4)^2$ qu'à celle des nitrates aux mêmes doses, et profitent davantage des faibles doses du premier.

M. Bokorny signale la toxicité des sels de cesium, lythium, alors que ceux de rubidium sont peu nocifs et il attribue cette action à la réaction de ces sels sur les matières albuminoïdes.

M. M. Mazé, Vila et Lemoigne affirment que la cyanamide (Cn^2H) est toxique pour le maïs et empêche la germination à 0, 162 par litre. La dicyanodiamide ($\text{Cn}^2\text{N}^4\text{H}^4$) est inerte et ne présente aucune action toxique. Elle est incapable de céder son azote à la plante sans subir des transformations préalables.

M. G. A. Cowes contrairement aux affirmations de M. M. Mazé, Vila et Lemoigne reconnaît une action néfaste à la dicyanodiamide à peine au dessus des doses usuelles et souligne sa toxicité sur les ferments nitriques. Elle arrête l'oxydation normale de l'ammoniaque dans les sels contenant du $\text{SO}^4(\text{NH}^4)^2$ et empêche la transformation en nitrate d'ammoniaque.

M. R. W. Béling soutient que l'action, souvent redoutée de la dicyanodiamide, est en première ligne dangereuse pour la nitrification. «Même dans ce cas, dit-il, son action nocive ne se fait sentir qu'à partir d'un apport de 15 kgs d'azote par Ha sous forme de dicyanodiamide, elle n'est donc pas à craindre pratiquement pourvu que l'on n'emploie pas une cyanamide totalement transformée dans ce sens.»

M. Smith Cornell trouve que, parmi les sels expérimentés, seul le chlorure de potassium exerce une action dépressive sur le rendement du blé à partir de 1200 kgs par Ha, le sulfate par contre n'a pas d'effet à cette dose, phénomène dû suivant l'auteur au déplacement des bases : fer, alumine, magnésie.

M. P. Berthault ayant publié une étude sur l'épandage en lignes parallèles et rapprochées des graines de semence et des engrais chimiques, M. A. Baudry a abordé la même question et fait ressortir l'avantage à tirer de cette pratique courante en Ukraine. M. P. Berthault montre qu'elle a déjà été suivie en France avant d'être reprise en Russie, mais cette pratique ne doit pas être envisagée isolément et doit être

complétée par des binages effectués entre les lignes ou dans les bandes. Des insuccès ont été enregistrés même dans des terres riches, et surtout dans des terres sèches, «et, conclut l'auteur, si le principe de la localisation de la fumure demeure excellent la question est extrêmement complexe et l'on doit éviter les généralisations hâtives.»

M. M. G. Willis et A. Davis. De fortes applications d'engrais azotés sont nécessaires à la production économique du coton. L'azote doit être fourni de bonne heure pour obtenir de bons résultats. La forme soluble est nuisible quand son contact est direct avec la graine. Même quand ses composés sont distribués d'une manière convenable ils peuvent être ramenés à la surface du sol par capillarité et de ce fait le degré de la concentration augmente jusqu'à être très toxique pour la plante. Dans les expériences en pots la concentration nocive limite est, d'après l'auteur, à peu près la même, que l'azote soit fourni sous forme de nitrate de soude, de sulfate d'ammoniaque, de nitrate de chaux ou de nitrate d'ammoniaque. Les fortes applications d'urée ont été pour une même teneur en azote plus toxiques que les autres formes. La toxicité la plus forte de cette substance dans les expériences en pots doit résulter de la présence de l'ammoniaque libre. La pression osmotique de la solution du sol a augmenté, en même temps, avec les doses employées, la plus basse pour l'urée la plus élevée pour les nitrates. Mais on n'a constaté aucune corrélation entre la toxicité des engrais et la pression osmotique de la solution du sol.

M. Yamasaki poursuit des essais sur de jeunes pousses et des semences de riz, blé, orge et *Astragalus sinensis* et remarque que les variétés résistantes au froid sont plus sensibles à l'action des toxiques que les moins résistantes. Les variétés de riz provenant de régions montagneuses résistent beaucoup mieux que celles des plaines. Parmi celles-ci, celles résistant à la sécheresse résistent aussi aux toxiques. Avec l'*Astragalus sinensis* et le colza, les variétés sensibles à la pourriture des racines supportent mieux les toxiques que celles qui résistent à cette affection. Il attribue les différences dans la résistance du blé, du riz, etc., à des variations dans la formation des éléments réducteurs : aldéhyde, glucose, etc., conception qu'il appuie sur les raisons suivantes :

1^o/ Les chlorates, dans les plantes, restent pratiquement inactifs; dans les cellules aussi longtemps qu'ils ne se sont pas convertis en hypochlorite qui est un poison.

2^o/ La réduction des chlorates ne se produit pas dans les solutions alcalines, ni neutres, mais seulement dans les solutions acides; les agents réducteurs produits dans les cellules végétales peuvent agir sur les chlorates et donner naissance à des hypochlorures; il souligne que la toxicité est augmentée quand la réaction de la sève tend à s'acidifier, et les végétaux exposés au soleil, la réduction étant ainsi accélérée.

M. C. O. Rost dit que l'application de quantités équivalentes de super à 40% a paru être plus toxique sur les limons sableux et tourbe très calcaire que celle de quantités équivalentes de super à 16%. Les applications massives retardent moins la germination quand le super a été mélangé au sol quelques semaines avant le semis.

M. M. Marxton expérimente sur de nombreux engrais en raison de la pratique tendant à se répandre, du mélange des graines fourragères avec les engrais. L'action n'est pas nuisible tant que l'état de siccité est suffisant, mais se manifeste après le semis dans un sol humide. Le taux de germination est alors diminué, variable avec la nature des engrais et celle des graines.

Les sels ammoniacaux, la cyanamide, le sulfate de potassium, l'urée peuvent dans ces conditions nuire considérablement à la levée.

M. Eichler expérimente en vases avec des doses croissantes d'azote sous forme de NO^3Na , NO^3NH^4 , $\text{SO}^4(\text{NH}^4)^2$ et tient compte des rendements partiels en racines, grains, paille qui présentent, dit-il, des courbes ascendantes et descendantes dont le cours est indépendant des autres courbes des rendements partiels. L'optimum pour la masse des racines coïncide avec un rapport d'azote de 0,7 à 0,9 pour le grain et de 1,8 à 2 et à 2,4 grs pour la paille. L'auteur donne ensuite la représentation graphique des oscillations du rendement en fonction des doses croissantes d'azote et discute pour finir ces courbes sur base de la loi de Mitscherlich.

M. Pirschle constate que les deux formes d'azote : nitrique ou ammoniacal sont à peu près équivalentes en milieu neutre ou très faiblement acide. NO^3 l'emporte toujours sur NH^4 , plus favorable encore semble être le mélange de l'azote nitrique, ammoniacal et uréique. Il conclut en disant qu'il est très difficile de préciser pour chaque plante l'optimum de réaction, la valeur établie de NO^3 et NH^4 et la proportion entre les divers principes fertilisants, ces notions étant essentiellement contingentes.

GÉNÉRALITÉS

SOLUBILITÉ DES NITRATES

Les nitrates sont très solubles dans l'eau (sauf le sous-nitrate de bismuth employé en pharmacie).

L'eau à 15° C. dissout 84⁰/₀ de son poids de nitrate de soude pur.

A 0° C. un litre d'eau dissout 800 grammes de nitrate de soude du Chili.

A 100° C. un litre d'eau dissout 2 kgs, 200 de nitrate de soude du Chili, soit une augmentation de solubilité correspondant à 12 grammes de nitrate par degré de chaleur.

Le chlorure de sodium qui se trouve mélangé au nitrate de soude du Chili dans les caliches dans une proportion de 15 à 40⁰/₀, est aussi peu soluble à chaud qu'à froid,

A 100° C. 1 litre d'eau ne dissout que 130 grammes de chlorure de sodium, cette énorme différence de solubilité est mise à profit pour le séparer du nitrate de soude.

M. M. Landolt-Börnstein ont publié en 1923 un travail très complet où ils résument en tableaux les différents ouvrages traitant de la solubilité des principaux corps organiques.

Nous avons relevé de ces tableaux la solubilité des 4 nitrates qui nous intéressent et que nous réunissons dans un même diagramme, où figure en abscisse le poids de sel contenu dans 100 grammes de mélange et en ordonnée la température de l'eau.

Pour les températures courantes nous relevons de ce diagramme les résultats suivants :

A	20°	100 grs	d'eau dissolvent	31,73 grs de	NO ³ K.
A	18°	»	»	121,24 »	(NO ³) ² Ca.
A	20°	»	»	87,97 »	NO ³ Na.
A	25°	»	»	214,46 »	NO ³ NH ⁴ .
A	11°	»	»	178,48 »	NO ³ NH ⁴ .



Nous voyons donc que, pour ce qui est des concentrations qui nous intéressent, il ne peut être question de différence de solubilité, puisque 1 litre d'eau dissout à 20° C. 317 grs du nitrate le moins soluble alors que nos solutions les plus concentrées ont été de 40⁰/₀₀.

NITRATES SYNTHÉTIQUES - MODE DE PRÉPARATION

Nitrate d'ammoniaque.— Le nitrate d'ammoniaque est obtenu en neutralisant au moyen d'ammoniac synthétique, de l'acide nitrique, préparé lui-même par oxydation d'ammoniac synthétique.

Le procédé utilisé à l'origine à l'Usine de Notolden consiste à mélanger de l'acide nitrique à 40-50⁰/₀ de NO³H avec une solution d'ammoniaque à 25-30⁰/₀. La solution est passée au filtre-presse et concentrée dans un évaporateur, puis envoyée aux cristallisoirs oscillants; les cristaux recueillis sont essorés puis séchés jusqu'à 0,1 à 0,01⁰/₀ d'eau et emballés aussitôt dans des fûts.

Divers procédés ont été depuis envisagés et réalisés pour éviter la concentration couteuse de la solution.

Le nitrate d'ammoniaque contient des parties égales d'azote nitrique et d'azote ammoniacal; la teneur totale en N² est de 34 à 35⁰/₀. Théoriquement, ce serait un excellent engrais, mais la facilité avec laquelle il absorbe l'humidité de l'air et se prend en masse le rend impropre à cet usage. La condition physique du nitrate d'ammoniaque peut être beaucoup améliorée par granulation ou par mélange avec certaines autres matières, fertilisantes ou non, telles que le sulfate d'am-

moniaque et le carbonate de chaux. Des mélanges de cette espèce sont vendus sous divers noms commerciaux tels que : Leunasalpeter, Cal-Nitro et Nitro-chalk.

Nitrate de chaux. — Ce produit tel qu'il était fabriqué tout d'abord en Norvège avait une teneur de 13% en azote, alors que le nitrate fabriqué en Allemagne et maintenant en Norvège, par suite d'une addition de 5% environ de nitrate d'ammoniaque, contient 15,5% d'azote.

Voici les analyses-types de ces produits :

	Norvégien	Allemand
$(\text{NO}^3)_2\text{Ca}$	76,09%	82,21%
NO^3NH^4	—	5,14
$(\text{NO}^3)_2\text{Mg}$	0,40	1,09
H^2O	23,50	11,35

En Norvège, le nitrate de chaux est obtenu en attaquant du calcaire par de l'acide nitrique dans des bacs en granit disposés en série. On achève de neutraliser la solution finale par du lait de chaux, puis on la concentre et on la laisse cristalliser par refroidissement. La masse obtenue est concassée, criblée et mise en sacs imperméables ou en fûts. Au début, on coulait la solution chaude dans des tambours où elle se solidifiait. Une modification récente consiste à écailler le produit en faisant solidifier la solution sur des tambours refroidis.

En Allemagne, on utilise soit du calcaire, soit du carbonate de chaux résiduaire de la fabrication du sulfate d'ammoniaque par le gypse. La solution de nitrate après concentration est additionnée de nitrate d'ammoniaque, ce qui facilite la solidification, puis pulvérisée au moyen d'air comprimé, ce qui donne un produit en petits granules sphériques.

Le nitrate de calcium cristallise avec 4 molécules d'eau, mais l'engrais préparé par le procédé allemand ne contient guère que la moitié de cette quantité. Quoique sous cette forme le nitrate de chaux absorbe l'humidité encore plus aisément que le nitrate d'ammoniaque, il a moins tendance à se prendre en masse, car l'humidité qu'il absorbe est d'abord fixée comme eau de cristallisation jusqu'à ce que le produit soit saturé sous ce rapport.

Le produit granulé reste meuble indéfiniment s'il est conservé dans des emballages hermétiques.

Le nitrate de chaux est une source d'azote très appréciée pour les terres acides.

Nitrate de soude. — Extrait pour la plus grande partie des énormes gisements du Chili, le nitrate de soude est néanmoins fabriqué en relativement faibles quantités dans quelques usines d'azote synthétique. On l'obtient en queue des tours de condensation des vapeurs d'acide ni-

trique produit par combustion de l'ammoniac, en mettant les vapeurs non retenues par l'eau en contact avec une solution de carbonate de soude. La solution est traitée par l'acide nitrique pour transformer le nitrite en nitrate, les gaz nitreux mis en liberté rentrant dans les colonnes d'absorption.

Le nitrate de soude peut être également fabriqué par double décomposition entre le chlorure de sodium et le nitrate d'ammoniaque.

Le nitrate de soude se sépare de la solution en gros cristaux de 0,5 à 1 m/m de grosseur avec un poids spécifique de 2,3 tandis que le chlorure d'ammonium est précipité simultanément en cristaux de 0,02 m/m de diamètre, ayant un poids spécifique de 1,5. Les deux sels sont alors séparés par classement au sein de l'eau-mère dont la densité est de 1,4.

Nitrate de potasse.— Dans le procédé décrit par Mehring, Ross et Merz, on fait passer un mélange d'air et de vapeurs nitreuses produit par l'oxydation de l'ammoniac, en contre-courant sur une solution concentrée de chlorure de potassium. L'acide chlorhydrique est mis en liberté et la solution recueillie, contenant environ 20% de nitrate de potasse dans l'acide nitrique à 45%, est traitée sous un condenseur à reflux par une quantité de chlorure de potassium solide équivalente à l'acide nitrique libre à présent. Le gaz qui se dégage dans ces conditions est constitué presque entièrement par un mélange de chlore et de chlorure de nitrosyle.

Quand le dégagement de chlore est terminé, plus des 90% de la potasse en solution peuvent être extraits par cristallisation sous forme de nitrate de potasse en refroidissant la solution à 10° C.

Le chlore et le chlorure de nitrosyle produits dans l'attaque peuvent être séparés par passage sur de l'acide sulfurique concentré. L'azote du chlorure de nitrosyle est retenu à l'état d'acide nitrosylsulfurique suivant la réaction



et peut être renvoyé dans les appareils d'absorption sous forme de peroxyde d'azote. Les produits obtenus par ce procédé sont le nitrate de potasse, le chlore et l'acide chlorhydrique.

Dans le procédé proposé par Wild et Beck, l'eau-mère d'une opération précédente est traitée par le mélange d'air et de vapeurs nitreuses sous une pression de 6 atmosphères environ. Quand les vapeurs ont été absorbées et ont formé de l'acide nitrique on laisse tomber la pression et on ajoute dans la solution à 35° C une quantité convenable de chlorure de potassium.

Un travail récent exécuté au F. N. R. L. a montré que, lorsqu'on fait passer le mélange de vapeurs nitreuses et d'air sur du chlorure de potassium solide au lieu d'une solution concentrée de ce sel, il se déga-

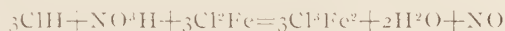
ge du nitrosyle au lieu d'acide chlorhydrique :



Ce procédé ne nécessite aucun refroidissement de solution pour la séparation du nitrate de potasse puisque celui-ci est obtenu directement à l'état solide. L'azote du chlorure de nitrosyle formé peut être mis sous forme de bioxyde d'azote et réintroduit dans le cycle par décomposition thermique ou tout autre traitement. Ce procédé ne met en œuvre aucune solution à aucun stade de son application.

Un procédé utilisé récemment par la Wintershall A. G. de Sonderhausen (Allemagne) avec une production journalière de 100 tonnes de nitrate de potassium, consiste à traiter le chlorure de potassium par de l'acide nitrique à 35% à 40° C. ou au-dessous, puis à refroidir à —100° C. pour faire cristalliser le nitrate, enfin à neutraliser l'eau-mère avec de l'ammoniac pour obtenir du chlorhydrate d'ammoniaque qu'on fait cristalliser en évaporant la solution.

Dans une variante de ce procédé, l'eau-mère est chauffée à 65—70° C. et additionnée d'une quantité convenable de chlorure ferreux en solution pour réduire l'acide nitrique en bioxyde d'azote.



La solution est chauffée à l'ébullition par barbotage de vapeur pour chasser le bioxyde d'azote qui est recueilli et converti à nouveau en acide nitrique. La solution restante contient surtout du chlorure ferrique avec du chlorure de potassium et de l'acide chlorhydrique. Si la teneur en acide chlorhydrique est faible, la quantité de chlorure de potassium est réduite aussi par une méthode convenable; un tiers de la solution est mis à part et le reste est réduit au moyen de tournures de fer, décanté et utilisé à nouveau comme chlorure ferreux. Si la teneur en acide chlorhydrique est élevée on commence par l'éliminer et le chlorure ferrique est ensuite réduit par du fer ou tout autre agent réducteur.

ESSAIS EN SOLUTIONS

Choix du Matériel.— Pour étudier l'influence des nitrates en solutions sur la germination et le début de la croissance nous avons été amené à nous occuper d'une question qui, à prime abord, peut paraître étrangère à la poursuite de nos recherches, mais qui en réalité en est un des points névralgiques. Nous voulons parler de l'eau distillée et de la nature de la verrerie.

Il est prouvé depuis longtemps déjà que l'eau distillée provenant d'un alambic en cuivre entraîne des traces de ce métal (il se forme en effet, lorsqu'on opère à feu nu et grâce à la surchauffe du cuivre, des électrons (E-) qui sont susceptibles de fournir des noyaux de condensation à la vapeur d'eau et provoquent un phénomène appelé la thermo-électronisation de l'eau distillée) qui suffisent à rendre cette eau inutilisable. Aussi depuis plus de 40 ans biologistes, physiciens, sérologistes (nous en retiendrons quelques uns dont Girardet, Canals, Lasseur, Bordas, Kling, Lassieur en France et Bourdillon, Kohlrausch, Richardson, Cowsend, Aitken, Heydweiller à l'étranger) se sont appliqués à préparer une eau distillée pure. On a préconisé d'abord, pour remplacer les alambics métalliques, des appareils en verre, procédé aussi peu avantageux quand on sait que le verre ordinaire est soluble même à froid. Le coton de verre sur lequel on verse de l'eau chaude et quelques gouttes d'hélianthine donne une coloration de plus en plus vive à mesure que le verre dissout cède à l'eau ses silicates alcalins. Où l'on touche au paradoxe, c'est que chaque expérimentateur désireux d'obtenir de l'eau distillée pure a essayé de monter ou de perfectionner un appareil à distiller. On en compte aujourd'hui plus d'une cinquantaine prototypes ou modifiés souvent très compliqués mais qui, de l'avis même des inventeurs, sont loin de donner entière satisfaction.

Mais il ne suffisait pas de préparer (ou d'essayer de préparer) de l'eau distillée pure, encore fallait-il la contrôler, or les microdosages les plus poussés ne pouvaient déceler la présence de ces quantités infinitésimales d'impuretés. En 1834 Kohlrausch et Heylweiller essayèrent à l'aide du pont de Wheastone de déterminer le degré de pureté de l'eau. Pour éviter les erreurs dues à la polarisation des électrodes, ils remplacèrent le courant continu par un courant alternatif grâce à une bobine de Ruhmkorff et le galvanomètre par le téléphone dont un

haut parleur amplifie les sons. Ce dispositif a encore été modifié et l'appareil couramment employé de nos jours (dont celui de M. Ph. Lasseur, Professeur à la Faculté de Pharmacie de Nancy, qui a eu l'obligeance de nous laisser effectuer quelques recherches (qu'il trouve ici l'expression de nos sentiments reconnaissants) ne diffère du Kohlrausch que par l'hétérodyne, remplaçant la bobine de Ruhmkorff, et la lecture au voltmètre, complétant la lecture au haut parleur.

L'eau distillée parfaitement pure a pour formule :

$$K=1 \times 10^{-7}$$

MHO (ou inverse d'Ohm) étant l'unité de conductibilité et $Ph=7$ qui représente une eau ayant autant d'ions $H+$ que d'ions $(OH)-$ —et c'est à une faible dissociation de l'eau que l'on attribue sa conductibilité de l'ordre de 1 molécule dissociée par 10.000.000 ohms soit :

$$K=1 \times 10^{-7}$$

Citons en passant les chiffres obtenus par quelques expérimentateurs :

Bordas et Touplain	$K=2,2 \times 10^{-6}$
Rob. Bourdillon	$K=2,1 \times 10^{-7}$
Lasseur et Girardet	$K=1 \times 10^{-6}$

Il est à regretter qu'il n'ait été fait aucune étude dans ce sens en physiologie végétale et c'est d'ailleurs ce qui expliquerait les résultats si contradictoires obtenus par des savants (dont la science et la bonne foi ne sauraient être mis en doute) dans les essais de germination des plantes supérieures dans l'eau distillée.

Voici quelques chiffres, sur la longueur des racines de blé en germination dans l'eau distillée, qui parlent plus que de longs commentaires

Magowan	740 m/m
Demoussy	40 m/m
Dassonville	60 m/m
Maume et Dulac	120 m/m
Coupin	200 m/m

Cependant en 1921 M. M. Maquenne et Demoussy ont publié une étude intéressante sur l'influence des matières minérales sur la germination; ils critiquent le mode expérimental couramment employé (mousse, sable, coton, tubes en verre) et préconisent des tubes de culture en quartz et de l'eau distillée 2 fois de suite dans un appareil en verre d'Iéna et dont la pureté est telle, disent-ils, que réduite au millième de son volume elle ne donne plus aucun trouble avec l'oxalate d'ammoniaque et le chlorure de baryum.

Nous sommes parfaitement d'accord avec M. M. Maquenne et Demoussy en ce qui concerne l'emploi du verre ordinaire qui doit être banni de ce genre d'essais en raison de sa grande solubilité, et de la sensibilité dont jouissent les végétaux supérieurs, qui sont des réactifs

remarquables, à l'égard de certaines matières minérales (1/100 de mgr de calcium suffit à allonger une racine de blé de 15 m/m et le phosphate d'ammoniaque jouit encore d'une action utile à l'égard du blé à la dose de 0,000.000.264 par litre (Coupin).

Mais l'industrie du verre de laboratoire a fait des progrès indéniables et nous possédons aujourd'hui des verres durs dont la solubilité est réduite à presque rien. M. M. Bordas et Touplain et plus tard M. M. Canals et Mousseron ont prouvé que, loin de s'altérer, une eau distillée conservée dans un ballon en pyrex voit sa conductibilité diminuer et passer.

$$\begin{aligned} \text{de } K &= 7,8 \times 10^{-6} \\ \text{à } K &= 3,7 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

Il ne faut évidemment pas attribuer cette amélioration à la qualité du verre; il faut pour l'expliquer posséder un verre pas ou très peu soluble et admettre la théorie actuelle qui veut que l'eau pure ne réponde pas seulement à $H^2O \rightleftharpoons H^+ + (OH)^-$

Il peut donc exister des ions complexes instables qui peuvent se combiner en molécules neutres avec une vitesse plus ou moins grande, et le séjour dans le ballon en verre dur permettrait cette combinaison. Quant à la redistillation préconisée par M. M. Maquenne et Demoussy, M. Ph. Lasseur en fait l'expérience et partant d'une eau de conductibilité de :

$$K = 2,5 \times 10^{-6}$$

arrive après une deuxième distillation (dans un appareil en verre dur) à une eau 7 fois plus altérée que celle dont il est parti et conclut en disant que la bidistillation si souvent préconisée n'est nullement un moyen de purification des eaux distillées. Pour ce qui est du procédé de M. M. Maquenne et Demoussy consistant à évaporer au 1/1000 l'eau distillée puis à la traiter à l'oxalate d'ammoniaque et au chlorure de baryum, elle n'a, à notre avis, rien de précis car, si l'oxalate décèle la présence des sulfates, et le chlorure de baryum celle de la chaux, ils n'indiquent rien sur la présence des alcalis (magnésie, soude, potasse), des chlorures, des nitrites et des nitrates.

Le seul critérium, aujourd'hui reconnu, de la pureté d'une eau distillée réside dans la mesure de sa conductibilité.

Nous préparons l'eau distillée à la Station Agronomique de Nancy à l'aide d'un appareil continu dont l'alambic est en cuivre, et quoique averti des irrégularités qu'ont présenté de longue date les essais de germination effectués avec de l'eau distillée provenant de ces appareils, nous avons voulu, avant d'en choisir un autre en verre dur, essayer l'eau d'un appareil semblable. M. M. Th. Muller et Bauer en 1904 n'ont-ils pas obtenu une eau distillée de conductibilité :

$$K = 0,8 \times 10^{-6}$$

en distillant de l'eau de Moselle sur un léger dépôt de chaux, dans un

alambic en cuivre; et l'alambic en cuivre de l'Institut Chimique de Nancy n'est-il pas cité comme donnant une eau d'une pureté remarquable, meilleure que celle obtenue par beaucoup d'appareils en verre dur (Girardet). Nous avons donc pensé que notre appareil du même modèle que celui de l'Institut Chimique de Nancy et servant aussi depuis de très nombreuses années pourrait nous donner de l'eau distillée d'une pureté satisfaisante. Il n'en fut rien, et si la germination commençait, elle s'arrêtait dès que les racines atteignaient 8 à 10 m/m, prenaient une couleur brune et s'épaississaient.

Nos essais pour tenter de déceler la présence du cuivre, auquel nous savions devoir attribuer l'arrêt de la germination, ont échoué tant que nous n'avons pas poussé la concentration jusqu'à quelques cm³ du résidu de la distillation de 10 litres de notre eau distillée. Nous avons alors seulement obtenu les réactions positives au ferrocyanure de potassium et à l'ammoniaque. Nous nous sommes alors décidé à recourir à un appareil en verre dur: un ballon d'une capacité de 10 litres, à long col servant de déflegmateur, en ayant soin toujours d'éviter la surchauffe et d'en maintenir le débit constant.

La conductibilité de l'eau obtenue avec cet appareil est de l'ordre de :

$$K=3,6 \text{ à } 3,9 \times 10^{-6}$$

Une deuxième distillation de cette même eau n'a pas amélioré sa conductibilité. C'est donc avec cette eau obtenue dans un appareil entièrement en verre dur, que nos expériences ont été effectuées.

Nous avons toutefois jugé intéressant de connaître la part d'influence d'eaux distillées dans des appareils différents, sur l'allongement radiculaire et déieux en outre de connaître l'influence particulière du verre nous avons effectué une série d'expériences dans deux tubes l'un en verre ordinaire et l'autre en verre dur (Sibor) en utilisant :

- 1^o/ De l'eau bidistillée provenant de l'appareil de M. Hartley transformé par M. Girardet (la même que celle utilisée par M. Ph. Lasseur Professeur à la Faculté de Pharmacie) et dont la conductibilité est de l'ordre de :

$$K=1 \times 10^{-6}$$

- 2^o/ De l'eau distillée dans notre appareil (Sibor) :

$$N=3,6 \text{ à } 3,9 \times 10^{-6}$$

- 3^o/ Cette même eau redistillée dans le même appareil :

$$K=3,6 \text{ à } 3,9 \times 10^{-6}$$

- 4^o/ Une eau distillée provenant d'un appareil à faible débit fabriqué par la maison Pyrex :

$$K=3,2 \text{ à } 3,6 \times 10^{-6}$$

- 5^o/ Une eau redistillée dans ce même appareil :

$$K=3,9 \times 10^{-6}$$

- 6^o/ Une eau distillée provenant d'un appareil à alambic en cuivre :

$$K \quad 4,9 \text{ à } 5,2 \times 10^{-6}$$

Le tableau suivant résume le résultat de ces expériences :

Eau utilisée		Racines en m/m	Tige en m/m
Eau Lasseur Bidistillée	(Ver. Sibor)	66	85
Eau Lasseur Bidistillée	(Ver. Ord.)	83	107
Eau d'Alambic en Cu	(Ver. Sibor)	5	33
Eau d'Alambic en Cu	(Ver. Ord.)	12	45
Eau Bidist. de notre App.	(Ver. Sibor)	70	90
Eau Bidist. de notre App.	(Ver. Ord.)	90	117
Eau Distil. de notre App.	(Ver. Sibor)	70	90
Eau Distil. de notre App.	(Ver. Ord.)	93	120
Eau Bidist. Pyrex	(Ver. Sibor)	72	93
Eau Bidist. Pyrex	(Ver. Ord.)	90	115
Eau Distil. Pyrex	(Ver. Sibor)	72	88
Eau Distil. Pyrex	(Ver. Ord.)	90	119
Eau de Moselle	(Ver. Sibor)	130	152
Eau de Moselle	(Ver. Ord.)	145	166

Nous basant sur ces chiffres nous pouvons conclure que, à l'exception de l'eau obtenue dans l'appareil à alambic en cuivre, l'allongement radiculaire ainsi que le développement de la tige est sensiblement égal dans les autres eaux, qu'elles soient distillées une seule fois ou redistillées. Celle provenant de l'appareil de M. Hartley donne un développement légèrement inférieur à celui obtenu avec l'eau de notre appareil.

Si les différentes eaux distillées ne produisent pas des écarts notables il n'en est pas de même de la nature du verre de nos récipients. On constate que, dans les récipients en verre ordinaire (Bohème), l'allongement aussi bien des racines que de la tige est supérieur dans une proportion de 15 à 20% à celui obtenu dans du verre Sibor.

D'autre part la couche d'ouate sur laquelle reposent les grains à germer a été signalée comme étant susceptible de modifier en l'allongeant le système radiculaire, il nous a fallu donc, avant de l'utiliser, contrôler les faits avancés par M. M. Maquenne et Demoussy : dans deux cristallisoirs remplis de la même eau distillée nous avons fait germer un même nombre de grains reposant dans l'un sur une couche d'ouate et dans l'autre directement sur des baguettes en verre dur. Les résultats sont identiques, non seulement en ce qui concerne le départ de la germination mais encore par la suite dans les tubes de culture leur développement est le même.

Ces résultats reposent sur deux expériences effectuées dans les mêmes conditions.

Assuré de la sorte que la couche d'ouate n'apporte aucune modification sur la germination et sachant qu'elle possède l'avantage d'assurer une plus grande adhérence aux grains (ce qui est important pendant le siphonnage) et aussi un trempage régulier des lots même dans

le cas d'une horizontalité imparfaite du plan sur lequel repose le cristalliseur, nous avons effectué nos germinations sur une couche d'ouate stérile reposant sur des baguettes en verre dur.

Généralités.— Pour l'étude de l'influence des nitrates en solutions tant sur la germination que sur le début de la croissance nous avons expérimenté sur 3 variétés de blé d'automne : le Vilmorin 27, le Rouge d'Alsace 22 et le Bastard de Rimpau et sur une variété de printemps : le Manitoba, (mais la pureté de cette dernière étant douteuse nous avons borné nos essais, pour cette graine, à la germination seulement, car l'étude de la croissance nous a donné de très grandes différences sur l'allongement radiculaire, ce qui nous a fait renoncer à en publier les résultats.)

Nous avons expérimenté en outre sur les céréales :

Avoine	Variété	Noire
Orge	»	Chevalier
Seigle	»	Petkus

Nous avons utilisé de plus :

Lin	Variété	Bombay
Chanvre	»	Chenevis Mandchourie
Navet	»	Milan à collet rose
Chou	»	Milan
Luzerne	»	Poitou
Trèfle	»	Violet
Lentille	»	Champagne
Radis	»	Rond rose
Haricot	»	Princesse nain
Pois	»	Vert de Hollande.

Les semences nous ont été livrées par la Coopérative Agricole du Nord-Est et un marchand grainier de Nancy. Leur choix nous a donné entière satisfaction tant par leur pureté que par leur aptitude remarquable à la germination. Le Manitoba nous a été livré par les Moulins Vilgrain.

Il importait en outre d'avoir un matériel stérilisé, tant la verrerie que les semences, car nous sommes heurté au début de nos essais à des difficultés causées par une désinfection imparfaite des grains qui moisissaient. Nous avons donc stérilisé la verrerie en la faisant passer au four Pasteur pendant deux heures à 120° (le verre dur de nos appareils permettait cette opération qui aurait été impossible avec du verre ordinaire, trop fragile).

Pour désinfecter nos semences nous avons choisi le bichlorure de mercure à 0,25‰ après nous être assuré qu'il ne provoque aucun retard de la germination. Une fois désinfectées les semences ont été soigneusement rincées 5 ou 6 fois à l'eau distillée.

Il va sans dire que les nitrates dont nous nous sommes servi dans ces essais sont chimiquement purs.

Connaissant la grande hygroscopicité du nitrate de chaux et du nitrate d'ammoniaque nous avons dosé chaque fois l'humidité des nitrates (conservés dans un excicateur) avant de préparer nos solutions.

Quant aux doses, notre intention était de nous cantonner uniquement à l'étude de celles qui ont une action toxique. Mais la sensibilité de certaines graines, à l'égard du nitrate d'ammoniaque surtout, était telle que nous avons atteint d'assez grandes dilutions et, expérimentant avec les mêmes doses de tous les nitrates (pour que la comparaison soit possible) nous avons incidemment remarqué une action stimulante de ces nitrates sur la germination. De nombreux et intéressants résultats ayant été ainsi enregistrés, nous avons cru bon de compléter ces quelques observations et jugé utile de les publier.

On sait qu'à moins d'expérimenter sur des produits éminemment toxiques l'action des doses très voisines peut donner des résultats peu différents, quelquefois même analogues, aussi avons nous à dessein choisi des doses assez éloignées les unes des autres afin que les différences dues à celles-ci soient plus marquées et ne donnent pas lieu à des résultats équivoques.

Nous ne prétendons pas, vu l'écart que les doses choisies présentent entre elles, avoir partout fixé précisément les points importants soit : seuil de toxicité, commencement de la stimulation, son maximum et sa disparition. Ces différentes actions pourront quelquefois être l'apanage des doses que nous n'avons pas expérimentées.

Nous avons ainsi expérimenté sur 15 doses allant de 3% à 0,0007^h/₁₀₀ de nitrate.

Il est évident que l'on est amené à considérer des degrés dans la toxicité d'un nitrate à l'égard d'une graine donnée.

D'abord les fortes concentrations ne permettant aucune manifestation des fonctions diastatiques (en supposant que cette fonction ne soit pas tuée), et qui permettent tout au plus au grain de gonfler quelquefois; ces doses seront appelées antibiotiques.

Puis, à mesure que l'on diminue la concentration de la solution nitratée, les grains commencent à germer mais difficilement et très mal, et cette germination s'arrête bientôt; ensuite, pour les doses que nous appelons antiauxiques la germination, quoique retardée, a lieu mais la croissance est entravée dans la même solution : la tige se développe mal, les racines restent courtes, épaisses et brunissent plus ou moins suivant la nature du nitrate.

Arrivé à une certaine concentration l'action du nitrate est nulle c'est-à-dire que le nombre de grains germés dans la solution est égal à celui du témoin, nous sommes en présence d'une dose indifférente.

Pour les plus faibles concentrations l'action est favorable tant sur la germination par le nombre de grains germés, que sur la croissan-

ce aussi bien de la tige que de la racine. Nous appelons ces doses stimulantes.

Le seuil de toxicité d'un corps est la dose à laquelle l'action de ce corps observée comme étant toxique à une plus forte concentration devient inopérante.

Il est difficile de préciser exactement le seuil de toxicité d'un nitrate, en effet il peut arriver que ce seuil se trouve intercalé entre deux doses et, de plus, le nombre de grains germés pour une dose donnée au premier jour peut être légèrement inférieur au témoin, tandis que le deuxième jour un plus grand nombre de grains germent dans la solution nitratée, ce qui rétablit l'équilibre pour la somme des deux jours. Mais il n'empêche que le nombre de grains germés pendant le premier jour est le moyen le plus rationnel pour préciser le choix du seuil de toxicité. Néanmoins nous avons aussi tenu compte de l'ensemble des grains germés.

Dans cet ordre d'idées de deux nitrates dont l'un présente un seuil de toxicité très élevé et l'autre un seuil relativement bas le premier est moins toxique que le deuxième, donc le seuil est inversement proportionnel à la toxicité.

INFLUENCE DES NITRATES EN SOLUTIONS SUR LA GERMINATION

Pour l'étude de l'influence des nitrates en solutions sur la germination nous avons utilisé des cristallisoirs en verre Sibor de 120 m m de diamètre et de 80 m/m de hauteur contenant de l'eau distillée dans notre appareil et à l'intérieur desquels se trouve, reposant sur un support horizontal en porcelaine, une couche d'ouate sur laquelle sont placés les grains à germer.

Les résultats de nos essais sur la germination sont basés sur une série d'expériences répétées 2, 3 ou même 4 fois. Le nombre de grains utilisés étant de 50 pour le haricot et le pois et de 100 pour les autres espèces sauf pour celles de très faibles dimensions (chou, navet, lin, luzerne, trèfle) où nous avons expérimenté sur 200 grains. Nous avons cependant, dans nos tableaux, ramené les chiffres obtenus à 100.

Pour éviter dans les cristallisoirs la concentration des solutions résultat de l'évaporation, nous avons, tous les 2 jours, renouvelé les solutions par siphonnage. Nous avons, en outre, recouvert les cristallisoirs d'un verre de montre.

Ces essais ont été effectués dans les mêmes conditions de température, d'exposition et d'aération. La température moyenne pendant la durée de nos expériences a été de 18 à 20°.

La durée normale des essais de germination généralement admise pour les graines que nous expérimentons est de 10 jours. Nous avons

respecté cette durée, mais les différences que nous avons observées après le quatrième ou cinquième jour sont tellement insignifiantes que nous ne tiendrons compte dans les tableaux résumant nos essais que des résultats obtenus les 5 premiers jours.

Les tableaux que nous publions sur l'influence des nitrates en solution sur la germination sont plus éloquentes que de longs commentaires d'ailleurs la multiplicité des espèces et des doses nous obligerait, si nous voulions traiter la question par le texte, à de fatigantes et fastidieuses répétitions. Aussi avons nous accompagné ces tableaux d'observations concises dans lesquelles nous nous appliquons à souligner les lignes générales du comportement des espèces, l'action des nitrates et les faits les plus saillants.

VILMORIN 27

Témoin 88 12.

Doses	NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ₂ Ca				
	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	20	30	8	0
2	0	21	15	0	0	2	15	7	0	0	0	20	3	0	0	4	46	18	0	0
1	18	33	6	0	0	22	25	4	0	0	12	38	2	0	0	23	50	7	0	2
7,5	17	43	30	0	0	37	26	23	0	0	8	41	16	3	0	28	62	4	2	0
5	49	21	15	8	0	49	38	8	0	0	30	22	14	0	0	50	33	14	0	1
3	64	24	7	0	0	60	33	5	0	0	48	29	17	0	0	77	18	2	0	0
1	83	5	10	0	0	90	2	3	3	0	64	21	7	0	1	88	10	0	1	0
0,75	82	3	0	0	0	97	3	0	0	0	74	17	1	6	0	88	7	2	0	0
0,50	90	8	0	0	0	96	1	3	0	0	81	11	7	1	0	100				
0,25	94	5	1	0	0	90	5	1	1	0	79	16	5	0	0	100				
0,125	89	11	0	0	0	93	7	0	0	0	92	4	3	0	0	89	10	0	0	0
0,062	92	7	0	0	0	92	4	1	0	0	90	8	1	0	0	95	3	0	0	0
0,015	87	10	0	0	0	87	13	0	0	0	93	7	0	0	0	86	11	2	0	0
0,0075	88	9	1	0	0	85	5	8	2	0	86	12	1	0	0	88	12	0	0	0
0,0009	85	15	0	0	0	88	9	1	0	0	88	11	0	0	0	91	7	1	0	0

Nitrate de soude.— Le nitrate de soude à 3 % est antibiotique. Les grains normalement gonflés prennent une coloration plus foncée. La partie du tégument recouvrant le germe est ridée et d'un brun plus ou moins foncé. Si leur contact avec la solution se prolonge au delà de 5 jours, les grains, replacés dans l'eau distillée, sont incapables de germer.

A 2%, avec un retard très marqué, la germination très diminuée et lente a lieu, mais elle s'arrête après 3 ou 4 jours.

A 1% et 7,5‰ la germination, encore très imparfaite et lente a lieu mais la tige et surtout les racines se développent mal et restent courtes.

De 5‰ à 0,75‰ l'action toxique sur la germination est de moins en moins sensible, et cette action devient indifférente entre 0,75 et

0,50⁰/₀₀.

A 0,25⁰/₀₀ nous obtenons une germination plus rapide que pour le témoin. C'est à cette dose que l'action favorable semble être maximum, elle disparaît au delà de 0,062⁰/₀₀.

Nitrate de potasse.— L'action du nitrate de potasse de 3 à 1% est similaire à celle du nitrate de soude. On n'observe cependant pas de brunissement du tégument comme pour le nitrate de soude, et les grains après un contact de 5 jours avec 3% de nitrate de potasse, germent encore quand on les place dans l'eau distillée.

A 1% la moitié des grains ne peut encore y germer et jusqu'à 1⁰/₀₀ le nitrate de potasse continue à être plus ou moins empêchant de la germination.

A 5⁰/₀₀, au bout de 10 jours, il y a encore 10% des graines n'ayant pas germé. 1⁰/₀₀ est indifférent.

A 0,75⁰/₀₀ on observe une nette action stimulante, qui persiste jusqu'à 0,062⁰/₀₀. Au delà de cette dose aucune action ne se manifeste plus.

Nitrate d'ammoniaque.— Le nitrate d'ammoniaque jouit d'une toxicité nettement supérieure à celle du nitrate de potasse et du nitrate de soude vis à vis du Vilmorin 27 : 3% est antibiotique et 2% ne permet qu'au 1/4 des graines de germer. De 1% à 5⁰/₀₀ son action encore très brutale ne permet qu'une germination lente et incomplète, les 40% des grains n'ayant pas germé au bout de 10 jours. L'action toxique persiste jusqu'à 0,25⁰/₀₀ où la coloration brune observée dans les plus fortes concentrations subsiste encore légèrement sur le tégument, spécialement dans la périphérie du germe.

Une légère action stimulante a lieu entre 0,12 et 0,015⁰/₀₀.

Nitrate de chaux.— La toxicité du nitrate de chaux sur le Vilmorin 27 est nettement inférieure à celle des 3 autres nitrates, la dose de 3% n'étant pas antibiotique, ce n'est qu'à 4% que l'on obtient cet effet. 2% est antiauxique et à 7,5⁰/₀₀ malgré un léger ralentissement, à peu près tous les grains ont germé.

Malgré cette plus faible toxicité le nitrate de chaux ne devient indifférent qu'à 1⁰/₀₀, c'est-à-dire comme pour le nitrate de potasse. Cette action est à peu près nulle à 0,75⁰/₀₀ mais pour 0,50⁰/₀₀ et 0,25⁰/₀₀ on observe une action stimulante maximum encore visible à 0,062⁰/₀₀.

BASTARD DE RIMPAU

Le Bastard de Rimpau ne diffère du Vilmorin 27 qu'en ce qu'il présente vis à vis du nitrate d'ammoniaque une résistance légèrement supérieure. Mais en ce qui concerne les 3 autres nitrates le Bastard de Rimpau se comporte de la même manière que le Vilmorin 27. L'action stimulante sur cette variété est plus accusée que celle observée dans le Vilmorin 27.

Témoin 80. 20.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ₂ Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	29	36	0	1
2	‰	0	33	12	0	1	4	13	0	5	0	0	20	7	0	1	4	62	10	0	2
1	‰	15	42	7	0	3	32	32	0	0	1	11	50	8	0	0	31	53	0	2	1
7,5	‰ ₁₀₀	18	60	2	1	1	41	38	15	0	0	16	56	15	0	3	40	44	5	3	0
5	‰ ₁₀₀	31	38	16	2	0	60	24	8	0	1	23	48	14	3	1	70	23	6	0	1
3	‰ ₁₀₀	58	26	6	0	0	73	24	3	0	0	38	35	14	0	0	70	30	0	0	0
1	‰ ₁₀₀	80	17	1	0	0	80	20	0	0	0	53	34	2	0	2	80	16	0	3	0
0,75	‰ ₁₀₀	80	20	0	0	0	95	3	2	0	0	72	25	0	0	4	85	13	1	0	0
0,50	‰ ₁₀₀	79	15	6	0	0	90	9	0	0	0	67	13	19	0	0	97	3	0	0	0
0,25	‰ ₁₀₀	92	5	2	0	0	92	5	1	1	0	84	15	0	0	0	89	9	0	0	0
0,125	‰ ₁₀₀	85	11	0	3	0	81	18	1	0	0	92	7	1	0	0	90	10	0	0	0
0,062	‰ ₁₀₀	88	10	1	0	0	82	18	0	0	0	92	5	3	0	0	87	6	5	2	0
0,015	‰ ₁₀₀	83	17	0	0	0	85	15	0	0	0	87	11	1	0	0	90	4	4	1	0
0,0075	‰ ₁₀₀	80	20	0	0	0	80	20	0	0	0	80	17	2	0	0	78	21	0	0	0
0,0009	‰ ₁₀₀	77	19	3	1	0	80	19	0	0	0	79	20	1	0	0	82	17	1	0	0

ROUGE D'ALSACE 22

Témoin 94 6.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	0	8	11	0	0	0	18	6	0	0	0	3	4	0	0	40	53	1	0
2	‰	6	43	24	1	1	15	60	3	0	1	0	26	6	5	1	16	64	9	3	0
1	‰	29	60	3	0	0	40	47	6	0	3	23	52	13	0	5	49	50	0	0	0
7,5	‰ ₁₀₀	24	71	0	2	0	58	30	12	1	1	24	55	8	2	3	63	18	14	3	1
5	‰ ₁₀₀	59	20	7	0	3	70	24	7	2	3	34	41	19	0	0	64	33	3	0	0
3	‰ ₁₀₀	76	10	12	0	1	81	10	5	2	0	47	42	11	0	0	84	8	5	1	0
1	‰ ₁₀₀	93	6	0	0	0	96	4	0	0	0	70	24	5	0	1	96	4	0	0	0
0,75	‰ ₁₀₀	90	8	0	0	0	100					84	15	0	1	0	93	7	0	0	0
0,50	‰ ₁₀₀	96	1	0	0	0	96	3	0	0	0	93	7	0	0	0	98	2	0	0	0
0,25	‰ ₁₀₀	98	2	0	0	0	100					96	2	0	0	0	96	2	0	0	0
0,125	‰ ₁₀₀	100					100					98	0	1	0	0	98	1	0	0	0
0,062	‰ ₁₀₀	100					97	3	0	0	0	96	4	0	0	0	94	2	1	1	0
0,015	‰ ₁₀₀	95	2	3	0	0	94	6	0	0	0	95	3	0	2	0	92	8	0	0	0
0,0075	‰ ₁₀₀	94	5	0	0	0	96	1	0	0	0	93	7	0	0	0	94	5	1	0	0
0,0009	‰ ₁₀₀	91	9	0	0	0	94	2	0	0	0	91	9	0	0	0	94	6	0	0	0

Le Rouge d'Alsace 22 possède une résistance incomparablement supérieure à celle des 3 autres variétés. Le nitrate d'ammoniaque, le nitrate de soude et le nitrate de potasse ne sont pas antibiotiques à 3‰ tandis que le nitrate de chaux à cette dose est seulement antiauxique, les 9/10 des graines y ayant germé en 3 jours. Le Rouge d'Alsace 22

non seulement présente un nombre supérieur de grains germés mais encore, vis à vis du nitrate de soude et du nitrate d'ammoniaque un seuil de toxicité plus élevé que dans les autres variétés. Le nitrate de chaux et le nitrate de potasse, quoique permettant au Rouge d'Alsace 22 une germination plus abondante aux fortes doses ont un même seuil de toxicité pour les 4 nitrates.

MANITOBA

Témoin 88. 3. 5. 0. 0.

Doses	NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	9	0	0
2 %	0	10	9	4	0	0	10	0	0	1	0	11	0	0	0	4	30	13	0	0
1 %	19	26	4	0	1	19	23	11	0	4	4	6	0	2	0	23	57	4	0	1
7,5 ‰	26	35	4	0	3	38	40	0	3	1	10	25	4	0	1	30	42	10	0	0
5 ‰	47	26	5	0	1	36	36	8	1	2	17	36	12	0	3	36	47	0	5	0
3 ‰	48	37	10	0	0	53	28	10	0	1	38	30	5	7	5	58	35	0	2	0
1 ‰	80	11	0	5	0	88	0	9	0	0	70	14	13	8	0	90	10	0	0	0
0,75 ‰	92	7	0	0	0	92	7	0	0	0	81	10	2	0	1	90	8	0	0	0
0,50 ‰	87	12	0	0	0	96	4	0	0	0	88	0	10	0	0	96	1	1	0	0
0,25 ‰	92	6	1	0	0	91	6	0	0	0	90	10	0	0	0	91	7	0	0	0
0,125 ‰	88	2	2	0	0	85	1	9	0	0	95	3	0	0	0	87	11	0	1	0
0,062 ‰	88	7	0	1	3	83	13	0	2	0	90	5	0	1	4	90	6	0	2	0
0,015 ‰	91	9	0	0	0	86	5	5	1	0	92	2	4	0	0	90	7	2	0	0
0,0075 ‰	85	13	0	0	0	88	0	4	4	0	87	11	0	0	0	88	8	0	3	1
0,0009 ‰	88	11	0	0	0	88	3	8	0	0	88	3	0	0	0	86	1	3	3	0

Le Manitoba se trouve être la plus sensible des 4 variétés de blé expérimentées, surtout aux fortes doses car les seuils de toxicité sont sensiblement les mêmes que dans les autres variétés. Mais comme il a été déjà dit la pureté des semences n'étant pas très sûre nous n'avancons les résultats des essais sur la germination de cette variété que sous toutes réserves.

ORGE

Nitrate de soude.— Le nitrate de soude à 3% est antibiotique pour l'orge, mais les graines restés 5 jours au contact de cette solution peuvent encore germer quand on les place dans l'eau distillée.

A 2% l'action est à peine moins brutale car si le 1/3 des grains commence à germer, cette germination s'arrête rapidement.

A 1% l'atténuation de la toxicité est déjà très sensible mais la dose est antiauxique surtout vis à vis de la racine.

A 0,5 ‰ on observe un retard considérable de la germination mais il disparaîtra graduellement jusqu'à 0,50 ‰ où le nitrate de soude est indifférent.

A 0,25⁰/₀₀, une action stimulante est enregistrée qui n'est plus visible à des dilutions supérieures à 0,062⁰/₀₀.

Le maximum de l'action favorable a lieu à 0,25⁰/₀₀.

Témoin 71. 20. 7. 0. 0.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	0	6	0	0	0	12	38	0	0	0	0	0	0	0	0	32	40	4	0
2	‰	0	10	21	0	0	11	32	13	4	0	0	0	3	0	0	18	55	7	3	0
1	‰	36	50	2	0	0	46	47	5	1	0	6	24	10	0	0	39	60	1	0	0
7,5	‰ ₀₀	33	61	0	2	0	49	50	0	0	0	15	49	12	7	1	41	56	2	0	0
5	‰ ₀₀	44	56	0	0	0	48	44	6	0	0	24	55	7	4	0	48	47	2	1	0
3	‰ ₀₀	55	37	6	0	0	60	23	12	5	0	31	40	18	0	3	51	29	15	0	2
1	‰ ₀₀	55	45	0	0	0	64	36	0	0	0	37	52	7	2	1	66	31	0	0	0
0,75	‰ ₀₀	60	32	3	0	2	65	31	2	1	1	39	50	4	3	0	69	23	3	0	0
0,50	‰ ₀₀	70	19	11	0	0	70	27	2	0	0	54	31	12	1	0	75	24	0	0	0
0,25	‰ ₀₀	82	13	4	0	0	85	15	0	0	0	68	19	9	2	0	94	6	0	0	0
0,125	‰ ₀₀	78	20	0	0	2	81	12	4	3	0	76	16	0	3	1	83	13	2	1	0
0,062	‰ ₀₀	75	22	1	0	0	76	20	3	0	0	76	20	3	0	0	81	9	7	0	1
0,015	‰ ₀₀	70	22	5	0	0	68	19	8	0	0	73	20	6	0	0	69	17	11	0	0
0,0075	‰ ₀₀	69	25	3	0	0	71	23	5	1	0	70	17	9	0	0	71	20	6	0	0
0,0009	‰ ₀₀	70	23	4	2	0	71	18	10	0	0	69	21	5	3	0	70	23	0	3	0

Nitrate de potasse.— Le nitrate de potasse est moins toxique que le nitrate de soude à 3 et 2‰, et, comme pour le nitrate de soude, on observe une chute très sensible de la toxicité à 1‰. Mais, malgré une supériorité numérique dans la germination, le nitrate de potasse a le même seuil de toxicité que le nitrate de soude, et comme pour celui-ci l'action stimulante maximum à 0,25⁰/₀₀ disparaît à 0,062⁰/₀₀.

Nitrate d'ammoniaque.— Le nitrate d'ammoniaque est antibiotique à 3 et 2‰ et à 1‰, les 60% grains ne peuvent germer, les 40% qui germent voient leur développement arrêté.

A 7,5⁰/₀₀ l'action toxique est encore très marquée, la germination étant le premier jour moitié de celle du témoin.

L'action cesse d'être toxique entre 0,25 et 0,12⁰/₀₀, et demeure stimulante jusqu'à 0,062⁰/₀₀.

Nitrate de chaux.— A 3‰ le nitrate de chaux n'est pas antibiotique, il permet aux 3/4 des grains de germer.

2‰ est antiauxique et son action est comparable à celle du nitrate de potasse jusqu'à 1⁰/₀₀.

A 0,75⁰/₀₀ son action est indifférente et même légèrement stimulante, cette stimulation est maximum à 0,25⁰/₀₀. C'est pour l'orge que nous avons atteint le plus grand nombre de grains germés.

L'action stimulante persiste jusqu'à 0,062⁰/₀₀.

Le nitrate de chaux est, des 4 nitrates, le moins toxique pour la

germination de l'orge vient ensuite le nitrate de potasse, puis le nitrate de soude et enfin le nitrate d'ammoniaque de loin le plus toxique.

SEIGLE

Témoin 80. 14. 3. 0. 0.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	12	6	0	0	0	10	2	0	0	0	4	4	2	0	0	54	7	0	2
2	‰	14	27	5	2	0	11	20	9	9	1	1	13	3	5	1	30	31	19	0	4
1	‰	30	29	11	6	0	26	18	10	10	0	4	18	11	6	0	38	26	6	7	1
7,5	‰ ₀₀	49	31	2	1	1	42	37	0	5	1	12	22	8	8	0	45	32	1	9	0
5	‰ ₀₀	55	39	4	0	0	53	28	9	0	0	33	37	8	5	2	68	15	8	0	2
3	‰ ₀₀	83	16	0	0	0	72	22	6	0	0	48	38	6	4	0	74	24	2	0	0
1	‰ ₀₀	81	19	0	0	0	79	18	2	0	0	59	32	1	2	1	83	12	5	0	0
0,75	‰ ₀₀	90	6	0	0	0	90	10	0	0	0	70	10	10	5	3	97	3	0	0	0
0,50	‰ ₀₀	88	10	0	0	0	89	11	0	0	0	71	15	10	0	0	92	6	0	0	0
0,25	‰ ₀₀	92	8	0	0	0	86	10	2	0	0	82	17	5	0	0	94	5	0	0	0
0,125	‰ ₀₀	83	10	7	0	0	84	3	10	0	0	85	16	9	0	0	83	17	0	0	0
0,062	‰ ₀₀	80	10	5	0	0	84	8	4	0	1	80	14	0	0	0	86	10	2	0	0
0,015	‰ ₀₀	82	12	0	2	0	80	10	10	0	0	81	18	0	0	0	78	14	2	3	0
0,0075	‰ ₀₀	79	17	0	1	0	80	11	3	0	2	80	15	4	0	0	81	6	11	0	0
0,0009	‰ ₀₀	80	19	0	0	0	77	19	2	2	0	81	12	0	2	1	80	12	2	0	1

Nitrate de soude.— Le nitrate de soude à 3% n'est antibiotique que pour 1/6 des grains de seigle en germination, plus atténuée à 2%, son action est encore sensible à 1%, dose où il est antiauxique.

L'influence défavorable sur la germination ne disparaît qu'à 3‰₀₀ et pour les plus faibles concentrations devient stimulante avec un maximum à 0,25‰₀₀. La stimulation disparaît au delà de 0,12‰₀₀.

Nitrate de potasse.— Le nitrate de potasse est aussi toxique que le nitrate de soude à 3 et 2%. Au delà de cette dernière dose son action est plus nocive que celle du nitrate de soude et son seuil de toxicité est plus bas puisque l'action ne devient indifférente qu'à 1‰₀₀.

Le maximum de l'action stimulante est obtenu avec 0,75‰₀₀ de nitrate de potasse. Cette action n'est plus sensible à 0,25‰₀₀.

Nitrate d'ammoniaque.— De 3% à 7,5‰₀₀ le nitrate d'ammoniaque agit très brutalement, cette dernière dose étant encore antibiotique pour le 1/3 du lot, tandis qu'elle est antiauxique pour les grains ayant germé.

A 1‰₀₀ de nitrate d'ammoniaque le retard de la germination est encore notable, l'action toxique ne disparaît qu'à 0,25‰₀₀ et comme pour l'orge on obtient ici encore une très légère action stimulante à 0,12‰₀₀.

Nitrate de chaux.— Le seigle possède, vis à vis du nitrate de chaux, une résistance remarquable. A 3% les 60% des grains germent au

bout de 4 jours.

La toxicité est déjà très atténuée à 2%, cependant l'action nocive du nitrate de chaux, quoique très peu visible se fait sentir jusqu'à 1% dose à laquelle il devient indifférent.

Remarquons que les 3 autres nitrates, de beaucoup plus toxiques aux fortes doses, ont des seuils de toxicité qui se rapprochent de celui du nitrate de chaux, surtout en ce qui concerne le nitrate de soude où il est même supérieur à celui du nitrate de chaux.

AVOINE

Témoin 40. 22. 13. 7. 0.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	v ₀	0	0	0	0	0	0	0	8	14	0	0	0	0	0	0	0	0	20	44	0
2	o/0	0	35	11	6	0	5	50	1	0	0	0	0	5	1	0	12	43	9	7	0
1	o/0	27	38	6	5	0	38	28	10	0	1	0	2	18	7	0	35	42	2	11	0
7.5	v ₀	39	19	15	6	0	43	31	1	9	1	10	17	21	6	1	51	27	9	9	0
5	o/0	58	21	14	0	2	69	13	8	0	4	22	41	5	0	4	70	19	6	5	0
3	o/0	50	21	20	0	0	66	25	4	2	1	27	50	3	0	1	61	23	1	4	0
1	o/0	52	24	12	0	7	60	21	0	6	0	29	53	6	2	0	53	19	9	0	4
0.75	v ₀	44	29	2	3	1	50	25	10	1	3	35	40	9	7	0	46	23	14	1	0
0.50	o/0	45	23	12	0	5	47	25	3	7	4	39	41	6	3	0	44	20	17	7	0
0.25	o/0	40	21	9	2	4	44	20	19	2	3	45	40	3	0	1	49	17	16	1	3
0.125	o/0	41	20	15	1	1	45	27	15	2	0	41	31	10	3	0	43	29	10	0	1
0.062	o/0	40	19	23	3	0	44	20	10	5	5	40	21	11	8	5	45	20	11	6	3
0.015	v ₀	38	26	10	0	5	38	28	5	9	2	39	18	20	2	7	40	10	24	9	1
0.0075	v ₀	41	20	14	6	1	40	25	10	1	2	41	26	19	4	0	38	24	13	5	3
0.0009	v ₀	40	24	12	2	0	38	27	11	7	0	40	21	15	7	0	39	25	15	2	1

Nitrate de soude, de potasse, de chaux.— Ces trois nitrates s'ils ont une toxicité légèrement différente à 3 et 2%, le nitrate de chaux étant le moins toxique, présentent cependant cette caractéristique commune : la courbe de leur toxicité subit une brusque chute à 1% où le nitrate de chaux et le nitrate de potasse peuvent être considérés comme indifférents. Le nitrate de soude légèrement plus toxique est sans effet à 7,5‰.

Le maximum de la stimulation pour les 3 nitrates est obtenu à 5‰. Mais cette stimulation est plus importante pour le nitrate de chaux et le nitrate de potasse.

Nitrate d'ammoniaque.— L'action du nitrate d'ammoniaque sur l'avoine est très nocive : à 3 et 2% il est antibiotique et à 1% la toxicité, très légèrement atténuée, ne permet qu'au 1/3 des grains de germer avec un retard très sensible. Aux plus faibles concentrations la toxicité s'atténue graduellement.

L'action ne devient indifférente qu'à 0,5‰, où la germination est légèrement plus abondante que dans le lot témoin. Le maximum très faible a lieu à 0,25‰, mais on n'enregistre plus aucune action à 0,52‰.

Conclusion sur la germination des céréales.— Nous accordons une importance toute particulière aux résultats obtenus avec les céréales aussi nous avons jugé utile d'en tirer des conclusions particulières en y classant d'abord les nitrates par ordre de toxicité et ensuite les graines par ordre de résistance à l'action d'un même nitrate.

Classer les nitrates par ordre de leur toxicité à l'égard d'une graine donnée est une opération relativement facile. Les éléments sur lesquels nous avons tablé pour cette classification, soit : le seuil de toxicité et la germination principalement aux fortes doses, permettent une classification logique des nitrates qui est la suivante :

Nitrate d'ammoniaque ; le plus toxique quelle que soit la graine envisagée.

Nitrate de soude : qui vient en second rang pour toutes les graines expérimentées sauf pour le seigle où il cède sa place au nitrate de potasse.

Nitrate de potasse : vient ensuite sauf pour le seigle où il prend le second rang.

Nitrate de chaux : qui, quelle que soit la graine, y provoque l'action la moins empêchante.

Cet ordre de la toxicité de l'ammoniaque, la soude, la potasse a été déjà observé pour les chlorures, mais, en ce qui concerne les nitrates, M. Coupin, expérimentant sur le blé en germination, donne le nitrate de soude comme le plus toxique, 1 et 2‰ empêchant la germination; vient ensuite le nitrate de potasse avec 2 et 3‰ et enfin le nitrate d'ammoniaque à 3 et 4‰. On voit donc que cette classification est en contradiction avec la nôtre, non seulement pour l'ordre mais encore pour les doses.

D'autre part M. Magowan donne pour les principales bases du sol l'ordre suivant de toxicité décroissante : soude, potasse, chaux.

Mais si la classification des 4 nitrates par ordre de leur toxicité est aisée, celle des graines, suivant leur sensibilité à l'égard d'un même nitrate est très compliquée : en effet les éléments qui peuvent servir de facteur de taxinomie sont multiples car la toxicité peut se manifester de 3 manières différentes :

1°/ Par une diminution du nombre global des grains germés.

2°/ Par un retard de la germination que permet de mesurer la somme des grains à reveil immédiat.

3°/ Par un seuil de toxicité plus ou moins élevé.

Comme le nombre des grains germés après le troisième jour est très faible et comme d'autre part ce sont surtout les 5 premières doses

(3%-2%-1%-7,5 et 5‰) qui nous intéressent car ce sont les seules qui manifestent généralement une action toxique, nous avons pris comme nombre global de grains germés la somme des grains ayant germé pendant les 3 jours pour l'ensemble des 5 doses énumérées.

De même nous avons pris les mêmes 5 doses pour les grains germés le premier jour, mais comme les témoins des différentes graines ne présentent pas un même chiffre de germination et que d'autre part il est indispensable d'avoir un élément de comparaison sur base de ces derniers nous avons fait le quotient par le témoin de la somme des grains germés dans les solutions au premier jour sous l'action des 5 doses.

Si nous prenons maintenant les 4 variétés de blé pour le nitrate de soude par exemple et que nous appliquons ces modes de classification nous trouvons :

Seuil de toxicité : partout 1‰ sauf pour Vilmorin 27 à 0,50‰.

Somme des grains germés les 3 premiers jours :

Alsace 22	354
Bastard de Rimpau	271
Vilmorin 27	268
Manitoba	271

Rapport des grains à reveil immédiat :

Alsace 22	1,23
Manitoba	1,06
Vilmorin 27	0,90
Bastard de Rimpau	0,82

On voit par ces exemples qu'il est impossible de tirer une seule conclusion pour l'ensemble des trois éléments de comparaison, nous nous sommes donc trouvé dans l'obligation de considérer chaque critérium séparément.

Seuil de toxicité :

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
Orge	} 0,5‰	Orge	} 0,5‰	Orge	} 0,12‰	Orge	} 0,75‰
Vil. 27		Seigle		Vil. 27		Vil. 27	
Bast. R.	} 1 ‰	Bast. R.	} 1 ‰	Seigle	} 0,25‰	Bast. R.	} 1‰
Als. 22		Als. 22		Bast. R.		Als. 22	
Manitoba	} 3 ‰	Vil. 27	} 1 ‰	Als. 22	} 0,50‰	Manitoba	} 3‰
Seigle		Manitoba		Manitoba		Seigle	
Avoine	7,5 ‰	Avoine	1 ‰	Avoine		Avoine	1‰

On voit donc que si l'orge est le plus longtemps sensible à l'action néfaste des nitrates et l'avoine la plus résistante, les 4 variétés de blé et le seigle sont intermédiaires et vont à peu près toujours ensemble.

Somme des grains germés les 3 premiers jours pour les 5 doses :

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
Manitoba	271	Manitoba	222	Manitoba	125	Manitoba	319
Vil. 27	268	Vil. 27	260	Avoine	141	Avoine	345
Bast. R.	274	Seigle	275	Seigle	178	Seigle	380
Avoine	283	Bast. R.	279	Vil. 27	206	Vil. 27	389
Seigle	314	Avoine	305	Orge	205	Bast. R.	413
Orge	319	Orge	391	Bast. R.	268	Orge	448
Als. 22	354	Als. 22	390	Als. 22	304	Als. 22	476

Ce tableau permet de voir que, si le Manitoba est la variété dont la faculté germinative est le plus entravée, l'Alsace 22 par contre est celui qui supporte le mieux l'action des nitrates.

On peut classer par ordre de résistance décroissante pour l'ensemble des 4 nitrates :

Alsace 22
Orge
Bastard de Rimpau
Seigle
Avoine
Vilmorin 27
Manitoba

Rapport entre le nombre de grains à réveil immédiat pour 5 doses et le témoin :

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
Avoine	3,10	Avoine	3,90	Als. 22	0,85	Avoine	4,20
Seigle	1,85	Orge	2,17	Avoine	0,80	Seigle	2,26
Orge	1,60	Als. 22	1,95	Bast. R.	0,63	Orge	2,05
Als. 22	1,26	Bast. R.	1,72	Orge	0,63	Als. 22	2,04
Manitoba	1,04	Seigle	1,65	Seigle	0,62	Bast. R.	1,82
Vil. 27	0,96	Vil. 27	1,22	Vil. 27	0,57	Vil. 27	1,20
Bast. R.	0,80	Manitoba	1,05	Manitoba	0,38	Manitoba	1,04

On voit donc que l'énergie germinative de l'avoine, du seigle et de l'orge est moins entravée que celle des 4 variétés de blé parmi lesquelles le Manitoba est le plus affecté.

LIN

Le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude sont antibiotiques à 3% et, à cette dose, le nitrate de potasse est très empêchant mais le nitrate de chaux, avec un certain retard, laisse cependant les 9/10 des grains germer normalement.

Une chute brusque de la toxicité a lieu pour tous les nitrates mais à des doses différentes : 7,5‰ pour le nitrate de soude et le nitrate de potasse et 5‰ pour le nitrate d'ammoniaque.

Témoin 79. 18. 3.

Doses	NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ₂ Ca				
	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3 %	0	0	0	0	0	0	24	14	0	0	0	0	0	0	0	2	67	20	0	0
2 %	0	29	13	12	0	9	31	23	0	0	0	15	10	5	0	30	50	17	1	0
1 %	8	34	13	19	0	46	34	11	3	0	2	36	17	18	0	76	24	0	0	0
7,5 ‰	50	27	13	2	0	72	22	1	3	0	29	45	13	0	0	80	15	5	0	0
5 ‰	71	29	0	0	0	78	16	5	1	0	67	25	2	2	0	80	20	0	0	0
3 ‰	79	19	0	0	0	85	12	0	0	0	71	16	9	1	0	95	3	0	0	0
1 ‰	90	10	0	0	0	98	2	0	0	0	83	11	3	0	0	100				
0,75 ‰	85	13	1	0	0	96	3	0	0	0	88	12	0	0	0	95	3	0	1	0
0,50 ‰	81	15	0	0	0	92	8	0	0	0	86	10	4	0	0	93	5	0	2	0
0,25 ‰	80	20	0	0	0	90	10	0	0	0	88	9	2	0	0	90	10	0	0	0
0,125 ‰	80	12	7	0	0	85	12	0	0	0	81	13	2	0	0	85	15	0	0	0
0,062 ‰	81	19	0	0	0	84	15	0	0	0	80	18	0	0	0	88	11	0	0	0
0,015 ‰	77	23	0	0	0	82	18	0	0	0	82	16	0	2	0	80	18	0	0	0
0,0075 ‰	80	20	0	0	0	78	21	0	0	0	80	20	0	0	0	79	21	0	0	0
0,0009 ‰	79	21	0	0	0	81	18	0	0	0	78	20	1	0	0	79	20	0	0	0

Le lin est très peu sensible à l'action nuisible du nitrate de chaux puisqu'il ne réagit plus entre 1% et 7,5‰. Le nitrate de potasse devient indifférent à 5‰ et le nitrate de soude à 3‰, le nitrate d'ammoniaque légèrement plus toxique ne perd son pouvoir nocif qu'à 1‰.

Le maximum des actions stimulantes des 4 nitrates est obtenu avec du nitrate de chaux à 1‰, et la plus faible action favorable est donnée par le nitrate d'ammoniaque à 0,75‰.

L'ordre décroissant de toxicité est le suivant : nitrate d'ammoniaque puis le nitrate de soude, ensuite le nitrate de potasse et enfin, assez loin, le nitrate de chaux.

CHOU

Le nitrate d'ammonique et le nitrate de soude sont seuls antibiotiques à 3%. A la même dose, moins nocifs que les premiers, le nitrate de potasse est légèrement moins toxique que le nitrate de chaux.

Cette différence va s'accroître à 2% et encore plus à 1% où la toxicité du nitrate de potasse et du nitrate de soude subit une chute très marquée, l'action des 2 nitrates étant nulle à cette dose. Le nitrate de chaux moins toxique que le nitrate d'ammoniaque jusqu'à 5‰ verra son action se confondre avec celle de ce dernier à 3 et 1‰, cette dernière dose étant celle où tous les 2 sont indifférents.

Le maximum de la stimulation est obtenu à 0,12‰ de nitrate de soude et le minimum à 0,75‰ de nitrate d'ammoniaque.

Témoin 68. 25. 7.

Doses	NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	0	8	0	0	4	32	15	0	2	0	0	0	0	0	0	22	14	0
2	‰	15	18	3	2	0	27	30	3	1	0	0	21	13	0	1	12	19	9	0
1	‰	68	20	8	0	0	72	18	2	1	4	20	32	11	0	3	32	56	1	2
7,5	‰ ₀₀	68	20	10	0	0	75	22	3	0	0	29	38	10	4	0	41	34	4	16
5	‰ ₀₀	65	25	4	6	0	78	22	0	0	0	42	33	7	7	0	50	50	0	0
3	‰ ₀₀	72	18	7	0	0	77	19	1	0	0	61	20	16	0	1	65	29	10	0
1	‰ ₀₀	70	30	0	0	0	82	15	0	2	0	68	22	13	0	0	69	30	1	0
0,75	‰ ₀₀	80	20	0	0	0	87	11	1	1	0	75	21	0	0	0	79	20	0	0
0,50	‰ ₀₀	81	15	2	0	0	84	10	0	2	0	71	25	2	0	2	79	11	7	0
0,25	‰ ₀₀	84	12	3	0	0	84	14	0	0	0	72	28	0	0	0	78	22	0	0
0,125	‰ ₀₀	89	10	0	0	0	77	20	1	0	1	68	25	3	0	0	72	21	5	0
0,062	‰ ₀₀	88	12	0	0	0	72	11	17	0	0	68	23	6	0	0	66	18	9	4
0,015	‰ ₀₀	77	11	9	0	0	66	18	7	0	1	68	21	2	0	9	68	16	13	0
0,0075	‰ ₀₀	70	28	1	0	0	67	23	4	0	0	65	27	5	0	0	70	24	5	0
0,0009	‰ ₀₀	66	25	7	8	1	69	28	1	0	0	69	32	1	0	0	68	28	3	0

NAVET

Témoin 74. 18. 8.

Doses	NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	0	0	0	0	0	22	13	0	0	0	0	0	0	0	46	17	1	0
2	‰	0	16	16	1	0	10	25	17	0	2	0	0	9	0	0	15	39	21	0
1	‰	30	46	6	0	3	66	15	18	0	0	2	38	9	2	0	22	74	4	2
7,5	‰ ₀₀	43	39	8	0	4	70	18	9	1	0	20	39	21	0	3	38	44	15	0
5	‰ ₀₀	60	21	4	1	1	70	26	2	0	0	44	28	15	1	4	52	32	10	1
3	‰ ₀₀	67	23	2	5	2	73	21	2	0	0	49	31	9	2	0	59	37	0	0
1	‰ ₀₀	69	30	1	0	0	88	12	0	0	0	61	17	0	0	0	76	18	0	0
0,75	‰ ₀₀	80	16	2	1	0	98	0	0	0	0	81	15	0	3	0	89	8	2	0
0,50	‰ ₀₀	88	8	1	2	0	94	5	0	0	0	78	19	3	0	0	89	11	0	0
0,25	‰ ₀₀	90	10	0	0	0	93	1	4	0	0	81	14	0	2	2	86	14	0	0
0,125	‰ ₀₀	87	11	0	0	0	84	10	2	3	0	79	20	1	0	0	78	19	3	0
0,062	‰ ₀₀	80	14	5	0	0	76	24	0	0	0	80	17	2	1	0	74	25	0	0
0,015	‰ ₀₀	76	6	14	0	0	78	20	0	0	0	76	24	0	0	0	76	23	0	1
0,0075	‰ ₀₀	74	12	5	7	0	72	25	1	0	0	74	16	5	0	0	75	18	1	0
0,0009	‰ ₀₀	72	20	5	0	3	74	15	10	1	0	72	19	5	2	0	74	18	7	0

De même que pour le chou, le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude à 3% sont antibiotiques pour le navet, par contre le nitrate de chaux est moins toxique que le nitrate de potasse à 3 et 2%; pour cette dernière dose le nitrate d'ammoniaque est à peu près antibiotique.

De même que pour le chou l'action néfaste du nitrate de potasse s'atténue considérablement à 1% mais ne devient indifférente qu'à 3‰.

Le nitrate de soude, incomparablement plus toxique que le nitrate

de chaux à 2 et 3%, possède de 1 à 3‰ une toxicité inférieure à celle de ce dernier et un seuil de toxicité légèrement plus élevé.

Le nitrate d'ammoniaque exerce une action très toxique à 1‰. Au delà la diminution de la toxicité est graduelle, mais à 1‰ il demeure encore inférieur au témoin.

Le maximum de la stimulation a été obtenu avec le nitrate de potasse à 0,75‰ et le minimum avec le nitrate d'ammoniaque à la même dose.

LUZERNE

Témoin 80. 16. 3. 0. 0.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ₂ Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	10	16	0	0	0	14	5	10	0	3	0	0	0	0	0	24	48	7	0	0
2	‰	19	31	13	0	2	23	40	15	0	0	0	12	20	0	0	37	33	6	0	0
1	‰	50	10	4	5	0	79	14	0	2	0	26	16	6	0	2	80	9	4	0	0
7,5	‰ ₀₀	54	21	8	0	0	88	3	8	0	0	30	45	7	1	6	83	12	0	1	0
5	‰ ₀₀	70	22	5	0	0	90	4	0	3	1	26	38	11	4	7	94	6	0	0	0
3	‰ ₀₀	83	15	0	0	0	90	10	0	0	0	39	31	20	0	5	92	5	0	0	0
1	‰ ₀₀	96	4	0	0	0	92	7	0	0	0	58	29	3	2	1	96	4	0	0	0
0,75	‰ ₀₀	88	10	1	0	0	89	11	0	0	0	68	16	14	0	0	90	5	4	0	0
0,50	‰ ₀₀	87	7	2	0	0	84	11	1	0	0	82	8	7	0	0	95	2	2	0	0
0,25	‰ ₀₀	83	14	3	0	0	81	18	0	0	0	89	10	0	0	0	90	10	0	0	0
0,125	‰ ₀₀	81	19	0	0	0	81	14	0	2	0	88	12	0	0	0	84	11	3	0	0
0,062	‰ ₀₀	80	12	8	0	0	83	16	0	0	0	86	10	2	0	1	82	16	0	0	0
0,015	‰ ₀₀	80	16	4	0	0	80	14	3	0	0	77	22	0	0	0	82	14	4	0	0
0,0075	‰ ₀₀	78	22	0	0	0	80	12	6	0	0	79	16	3	0	0	80	15	5	0	0
0,0009	‰ ₀₀	81	14	5	0	0	78	22	0	0	0	80	14	4	1	0	79	18	0	0	0

La luzerne est très sensible à l'action du nitrate d'ammoniaque qui est antibiotique à 3‰ et empêche encore à 1‰ la moitié des grains de germer; au delà son action s'exerce moins brutalement, mais la germination demeure inférieure au témoin à 0,75‰.

Le nitrate de chaux légèrement moins toxique que le nitrate de potasse retarde la germination à 3 et 2‰ mais ne tue pas; de même que le nitrate de potasse il devient indifférent à 1‰.

Le nitrate de soude dont l'action est comparable à celle du nitrate de potasse à 2 et 3‰ subit aussi une atténuation assez nette mais pas aussi marquée que celle du nitrate de potasse et du nitrate de chaux à 1‰, sa toxicité va s'atténuant et à 3‰ il est sans action sur la germination.

Le maximum de la stimulation est obtenu à 1‰ de nitrate de chaux et le minimum à 0,25‰ de nitrate d'ammoniaque.

TRÈFLE

Témoin 85. 14. 0. 0. 0.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	8	0	0	0	0	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	12	18	0	0
2	‰	2	25	3	1	0	19	21	9	0	1	0	5	18	4	0	23	22	2	0	0
1	‰	28	40	9	12	0	80	16	3	0	0	18	12	14	0	3	74	19	4	0	0
7,5	‰ ₀₀	33	43	2	4	3	86	10	2	0	1	17	35	25	3	0	85	13	0	0	0
5	‰ ₀₀	40	51	3	1	4	90	10	0	0	0	18	50	19	0	1	82	14	2	0	0
3	‰ ₀₀	62	33	5	0	0	89	7	0	4	0	48	31	7	4	0	90	10	0	0	0
1	‰ ₀₀	87	9	0	3	1	96	4	0	0	0	72	20	0	6	0	93	2	1	1	0
0,75	‰ ₀₀	93	2	4	0	0	100					88	10	2	0	0	95	2	2	0	0
0,50	‰ ₀₀	91	9	0	0	0	93	5	1	0	0	88	12	0	0	0	94	6	0	0	0
0,25	‰ ₀₀	90	4	6	0	0	89	11	0	0	0	92	7	0	0	0	89	6	2	0	0
0,125	‰ ₀₀	86	10	0	3	0	89	5	3	0	0	90	5	5	0	0	85	15	0	0	0
0,062	‰ ₀₀	87	13	0	0	0	88	12	0	0	0	86	10	4	0	0	88	12	0	0	0
0,015	‰ ₀₀	88	10	0	0	0	86	14	0	0	0	84	16	0	0	0	86	4	8	0	0
0,0075	‰ ₀₀	86	12	2	0	0	85	14	0	0	0	85	14	0	0	0	86	10	2	0	0
0,0009	‰ ₀₀	84	16	0	0	0	87	11	0	0	0	86	14	0	0	0	85	15	0	0	0

D'une façon générale le trèfle est plus sensible que la luzerne à l'action du nitrate de chaux, du nitrate de potasse et du nitrate de soude; il résiste un peu mieux cependant à l'action du nitrate d'ammoniaque qui reste néanmoins antibiotique à 3%.

Le nitrate de chaux est à peine moins toxique que le nitrate de potasse, tous deux deviennent indifférents sur la germination à 7,5‰₀₀, le nitrate de soude à peu près antibiotique à 3% voit son action s'atténuer très graduellement et ne devient indifférent qu'à 1‰₀₀ sans que sa courbe subisse à 1% comme le nitrate de potasse et le nitrate de chaux une ptose brusque.

Le maximum de l'action stimulante est obtenu à 7,5‰₀₀ de nitrate de potasse et le minimum à 0,25‰₀₀ de nitrate d'ammoniaque.

HARICOT

Le nitrate d'ammoniaque est antibiotique à 3%, le nitrate de soude l'est à peu près, seul le nitrate de chaux permet aux 2/5 des grains de germer; à 2% le nitrate de chaux est encore le moins toxique, l'action nocive du nitrate d'ammoniaque est très diminuée. Le nitrate d'ammoniaque est légèrement moins empêchant que le nitrate de potasse et le nitrate de soude.

A 1% l'action qu'exercent les 4 nitrates donne des résultats à peu près comparables avec un léger avantage au nitrate de potasse.

La dose indifférente pour le nitrate de chaux et le nitrate de potasse semble se trouver entre 1% et 7,5‰₀₀.

Témoin 46. 32. 14. 4. 0.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	6	2	0	0	0	4	6	6	2	0	0	0	0	0	0	26	6	2	0
2	‰	6	24	4	0	2	2	18	28	0	4	0	40	22	0	0	14	16	24	20	0
1	‰	20	36	18	4	2	36	38	6	0	2	12	34	16	2	0	20	50	18	0	4
7,5	‰	50	24	4	0	4	60	30	4	0	4	36	40	10	0	6	62	36	0	0	0
5	‰	80	10	4	0	0	80	18	0	0	0	78	16	0	0	2	90	10	0	0	0
3	‰	70	24	2	2	0	80	12	4	4	0	74	20	2	0	4	82	18	0	0	0
1	‰	74	26	0	0	0	64	24	8	0	2	80	24	0	0	2	78	6	16	0	0
0,75	‰	72	20	2	0	0	72	18	0	8	0	60	20	10	4	0	86	14	0	0	0
0,50	‰	56	32	12	0	0	58	38	14	0	2	56	22	16	0	2	70	22	4	0	0
0,25	‰	60	30	4	0	2	68	20	0	12	0	64	30	6	0	0	72	16	6	0	0
0,125	‰	44	40	10	0	0	58	30	8	2	0	48	24	12	0	8	56	36	0	4	0
0,062	‰	50	24	20	2	0	58	22	0	14	0	44	40	10	0	0	48	32	6	10	0
0,015	‰	42	36	20	0	0	48	24	24	2	0	46	30	4	6	6	40	24	8	18	0
0,0075	‰	40	40	10	0	6	40	30	22	0	4	40	32	8	14	0	46	30	14	6	0
0,0009	‰	42	38	8	6	0	46	40	4	0	6	38	48	14	0	0	46	20	20	0	4

Le nitrate de soude, lui, devient indifférent à 7,5‰ et le nitrate d'ammoniaque entre 7,5 et 5‰.

L'écart des seuils de toxicité est très faible.

Le maximum de la stimulation est obtenu à 5‰ du nitrate de chaux, il correspond au double du chiffre obtenu par le témoin.

POIS

Témoin 64. 30. 4. 2.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	0	0	0	0	0	10	2	2	0	0	0	0	0	0	0	20	14	4	0
2	‰	0	28	10	8	0	20	14	18	2	0	0	10	22	0	4	24	8	20	0	0
1	‰	24	42	20	0	0	34	44	12	0	6	12	38	8	14	0	56	34	0	10	0
7,5	‰	28	62	2	0	0	52	28	4	12	0	34	6	40	0	2	64	36	0	0	0
5	‰	58	28	0	6	2	68	26	0	4	0	30	24	16	4	8	76	10	14	0	0
3	‰	66	14	20	0	0	82	14	0	2	0	52	36	4	0	2	88	12	0	0	0
1	‰	80	14	0	0	6	86	14	0	0	0	62	36	0	0	0	94	4	0	0	0
0,75	‰	82	10	8	0	0	90	4	0	0	0	84	6	0	8	0	86	6	2	0	0
0,50	‰	82	18	0	0	0	80	16	0	0	0	76	20	2	0	0	78	22	0	0	0
0,25	‰	78	28	2	0	0	80	10	2	0	0	66	30	0	2	0	70	28	0	0	0
0,125	‰	60	38	0	0	0	62	26	10	0	0	58	38	0	0	0	64	24	0	6	0
0,062	‰	62	30	2	0	0	68	26	6	0	0	64	30	0	4	0	78	16	0	0	0
0,015	‰	66	30	0	0	0	66	30	0	0	0	60	28	0	10	0	66	28	2	0	0
0,0075	‰	64	22	0	12	0	66	22	10	0	0	66	28	2	0	0	60	34	4	0	0
0,0009	‰	60	16	20	0	2	58	40	0	2	4	66	8	0	0	0	64	28	2	0	0

A 3‰ le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude sont antibiotiques et le nitrate de potasse est nettement plus toxique que le nitrate de chaux qui permet aux 2/5 des grains de germer.

A 2% l'action du nitrate d'ammoniaque et du nitrate de soude est encore très marquée, alors que celle du nitrate de potasse et du nitrate de chaux décroît visiblement, ce dernier est sans action à 7,5‰ et le nitrate de potasse à 5‰; le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque sont respectivement indifférents à 3 et 1‰.

Le maximum de stimulation est obtenu à 1‰ de nitrate de chaux et le minimum à 0,75‰ de nitrate de soude.

RADIS

Témoin 44. 41. 6. 0. 0.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	15	0	0
2	‰	0	12	7	0	0	9	33	4	0	0	0	0	15	4	0	5	22	11	5	0
1	‰	16	41	16	2	0	44	36	9	0	0	4	16	3	0	0	16	48	8	0	7
7,5	‰	28	33	19	0	4	47	31	18	0	2	15	30	9	0	2	31	29	20	4	3
5	‰	33	54	10	0	0	47	38	12	0	0	12	38	25	0	0	44	40	7	0	0
3	‰	37	38	12	9	0	55	30	0	0	0	23	29	18	0	7	49	37	1	3	5
1	‰	44	35	18	0	0	53	48	0	0	0	32	49	7	0	0	42	48	2	0	2
0,75	‰	58	37	0	1	3	52	45	0	0	0	46	42	8	1	0	60	37	2	0	0
0,50	‰	60	21	12	2	0	58	30	0	6	0	44	31	18	0	3	53	41	0	0	0
0,25	‰	68	26	6	0	0	61	36	0	2	0	56	34	10	0	0	58	31	7	2	0
0,125	‰	53	30	10	0	4	57	22	15	0	0	50	28	12	0	2	50	30	12	0	3
0,062	‰	52	33	14	0	0	56	24	10	0	3	49	40	6	0	0	50	28	19	0	0
0,015	‰	44	36	9	0	2	54	38	4	0	0	46	40	6	2	0	40	42	16	0	0
0,0075	‰	42	38	12	0	0	44	36	13	0	2	43	36	14	0	0	44	48	3	0	1
0,0009	‰	43	40	8	3	0	45	36	10	3	0	42	40	2	9	0	44	39	5	5	0

Le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude exercent une action très brutale à 3 et 2%, ils sont tous deux antibiotiques à la première dose et donnent lieu à 2% à une germination retardée et très diminuée.

Le nitrate de potasse est un peu moins toxique pour les mêmes doses; le nitrate de chaux à 3% retarde la germination mais permet aux 2/5 des grains de germer normalement.

Le nitrate de potasse subit à 1% une diminution de sa toxicité et devient indifférent.

La toxicité du nitrate de chaux et du nitrate de soude est égale, mais le nitrate de chaux cessera d'influencer la germination à 5‰, alors que l'action du nitrate de soude ne sera indifférente qu'à 1‰.

La sensibilité du radis à l'égard du nitrate d'ammoniaque est encore très grande à 3‰, il ne cessera d'être influencé qu'à 0,75‰.

L'ordre décroissant de toxicité des nitrates à l'égard du radis est donc le suivant: nitrate d'ammoniaque, nitrate de soude, nitrate de chaux, nitrate de potasse.

Le maximum de la stimulation a été obtenu par le nitrate de soude à 0,25‰ et le minimum par le nitrate d'ammoniaque à la même dose.

CHANVRE

Témoin 53. 27. 9. 0. 0.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1j	2j	3j	4j	5j	1j	2j	3j	4j	5j	1j	2j	3j	4j	5j	1j	2j	3j	4j	5j
3	%	0	4	6	0	0	0	8	8	0	0	0	4	9	0	0	0	4	5	2	0
2	"	0	9	13	0	0	13	13	6	1	3	0	17	2	0	0	0	11	20	2	0
1	%	2	24	6	0	0	48	15	2	16	2	11	4	18	0	1	16	15	9	0	1
7,5	"	20	17	11	0	0	43	26	7	4	1	12	22	8	1	0	21	30	19	0	5
5	% ₀₀	28	58	8	0	0	52	31	9	0	0	26	47	12	5	2	34	41	3	13	2
3	% ₀₀	30	53	14	1	0	54	22	18	1	0	39	38	10	0	3	41	32	2	6	1
1	% ₀₀	38	7	47	0	0	54	36	0	3	2	44	39	7	0	0	52	40	1	0	0
0,75	% ₀₀	54	28	7	0	0	58	34	6	2	0	51	38	0	3	1	52	28	14	0	3
0,50	% ₀₀	65	20	8	3	0	63	12	19	0	2	72	19	3	0	2	70	13	7	0	2
0,25	% ₀₀	78	17	0	2	0	78	20	0	2	0	87	12	1	0	0	81	17	2	0	0
0,125	% ₀₀	74	18	1	0	0	69	21	1	6	0	78	15	1	2	0	73	15	7	2	0
0,062	% ₀₀	68	20	7	2	0	64	24	3	0	5	69	31	0	0	0	70	20	3	0	0
0,015	% ₀₀	62	23	2	0	0	60	21	10	0	1	54	30	12	0	0	68	20	1	1	0
0,0075	% ₀₀	52	25	10	0	0	55	30	0	7	2	53	23	15	0	0	54	30	7	0	1
0,000	% ₀₀	54	25	11	0	0	53	29	5	1	0	52	30	11	0	0	51	26	10	2	0

Le chanvre est également sensible vis à vis des 4 nitrates à 3%.

A 2% le nitrate de potasse est un peu moins toxique que les 3 autres ; cette différence s'accuse à 1% où le nitrate de potasse se présente avec une toxicité très diminuée. A 5% son action devient même indifférente.

A 1% le nitrate de chaux retarde notablement la germination ; son action s'atténue très graduellement et ne devient indifférente qu'à 1%.

Plus toxique que le nitrate de chaux le nitrate de soude retarde encore la germination à 3 et 1%, mais son action cesse d'être empêchante à 0,75%.

La toxicité du nitrate d'ammoniaque est sensiblement la même que celle du nitrate de soude, ils possèdent tous deux le même seuil de toxicité, et leur action aux différentes doses expérimentées est à peu près comparable.

L'ordre décroissant de toxicité des nitrates vis à vis du chanvre est donc : nitrate de soude, nitrate d'ammoniaque, puis le nitrate de chaux vient enfin, assez loin, le nitrate de potasse.

Le maximum de la stimulation a été obtenu par le nitrate d'ammoniaque à 0,25% et le minimum par le nitrate de soude et le nitrate de potasse à la même dose.

LENTILLE

A 3% seul le nitrate de chaux permet à la moitié des grains de germer avec un certain retard, les autres nitrates sont antibiotiques.

A 2% la diminution de la toxicité est telle qu'au bout de 4 jours le nombre de grains germés sous l'action de chacun des nitrates est à

peu près le même, le nitrate d'ammoniaque ayant retardé la germination.

La diminution de la toxicité du nitrate de chaux, du nitrate de potasse et du nitrate de soude est très grande à 1%, mais leur action ne deviendra indifférente qu'à 3‰.

Témoin 83. 15 2.

Doses		NO ³ Na					NO ³ K					NO ³ NH ⁴					(NO ³) ² Ca				
		1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J	1J	2J	3J	4J	5J
3	‰	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	37	0	5	0
2	‰	7	29	19	0	1	11	40	7	1	0	0	21	39	0	0	25	32	15	3	6
1	‰	63	20	1	0	0	68	7	1	3	0	10	41	3	1	0	77	23	0	0	0
7,5	‰	64	31	2	0	0	70	25	1	1	0	33	33	19	2	1	79	15	2	3	0
5	‰	78	20	1	0	0	73	24	0	0	0	50	30	9	3	1	76	23	0	0	0
3	‰	81	15	3	0	0	88	10	1	0	0	60	21	15	2	0	84	13	1	1	0
1	‰	90	10	0	0	0	94	5	0	0	0	64	11	20	0	0	83	16	1	0	0
0,75	‰	97	3	0	0	0	99	1	0	0	0	61	22	12	2	5	88	7	3	0	0
0,50	‰	93	3	4	0	0	97	1	0	0	0	73	21	4	0	0	91	9	0	0	0
0,25	‰	100					97	3	0	0	0	90	4	2	0	0	100				
0,125	‰	96	2	0	0	0	97	3	0	0	0	95	2	1	0	0	99	1	0	0	0
0,062	‰	96	4	0	0	0	95	1	1	0	0	93	7	0	0	0	96	4	0	0	0
0,015	‰	90	2	7	0	1	92	8	0	0	0	98	2	0	0	0	95	4	0	0	0
0,0075	‰	85	14	0	0	0	85	13	1	0	0	86	12	1	0	0	82	15	1	0	0
0,0009	‰	82	15	1	0	1	83	16	1	0	0	84	16	0	0	0	85	14	0	0	0

Plus sensible à l'action du nitrate d'ammoniaque la lentille est encore influencée à 0,75‰ et ne cessera de l'être qu'aux environs de 0,25‰.

L'ordre décroissant de la toxicité des nitrates est le suivant : nitrate d'ammoniaque jouissant de la plus grande toxicité, le nitrate de soude et le nitrate de potasse présentant vis de la lentille une toxicité à peu près égale et enfin le nitrate de chaux.

Tous les nitrates à des doses différentes ont à peu près produit le même maximum de stimulation.

Conclusion.— Comme il a été déjà fait pour les céréales nous pouvons classer les nitrates par ordre de toxicité sur chaque graine.

Le tableau suivant donne l'ordre de toxicité décroissante des nitrates.

Lin	}	Nitrate d'ammoniaque, de soude, de potasse, de chaux.
Luzerne		
Haricot		
Pois		
Chanvre		Nitrate d'ammoniaque, de soude, de chaux, de potasse.
Navet	}	Nitrate d'ammoniaque, de soude, de chaux, de potasse.
Radis		
Trèfle		

Lentille Nitrate d'ammoniaque, de potasse, de soude, de chaux.
Chou Nitrate d'ammoniaque, de chaux, de soude, de potasse.

D'autre part on peut classer les graines suivant leur sensibilité à l'égard d'un même nitrate en prenant toujours comme éléments de comparaison :

1^o. Le seuil de toxicité.

2^o. La somme des grains germés pour les 3 jours et pour les 5 premières doses.

3^o. Le quotient par le témoin de la somme des grains à reveil immédiat, pour 5 doses.

Les résultats sont les suivants :

	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca
Chanvre	0,75‰	Lentille	3 ‰	Lentille	0,25‰	Chanvre	1 ‰
Trèfle	1 ‰	Navet		Luzerne	0,50‰	Chou	
Radis		Pois	5 ‰	Trèfle	0,75‰	Navet	3 ‰
Navet		Lin		Radis		Trèfle	
Pois		Chanvre	7,5‰	Chanvre	1 ‰	Lentille	5 ‰
Luzerne		Trèfle		Navet		Radis	
Lin	3 ‰	Luzerne	1 ‰	Pois	7,50‰	Lin	7,5 ‰
Lentille	7,5 ‰	Radis		Chou		Haricot	
Haricot		Chou	1 ‰	Lin	1 ‰	Pois	1 ‰
Chou	1 ‰	Haricot		Haricot		Luzerne	

On voit à l'examen de ce tableau que les graines essayées présentent vis à vis des 4 nitrates des seuils de toxicité totalement différents.

Le chanvre est le plus sensible vis à vis du nitrate de soude, son seuil étant à 0,75‰, tandis que le chou et le haricot sont les plus résistants, leur seuil respectif étant 1‰ et 7,5‰. Le trèfle, le radis et le navet presque aussi peu résistants que le chanvre ; viennent ensuite la luzerne, le lin, la lentille dont le seuil est à 3‰.

A l'égard du nitrate de potasse ce sont la lentille et le navet qui sont le plus longtemps influencés avec un seuil à 3‰, le pois, le lin, le chanvre et le trèfle présentent une résistance intermédiaire et la luzerne, le radis, le chou et le haricot se libèrent déjà à 1‰ de l'action néfaste du nitrate.

Pour le nitrate d'ammoniaque c'est la lentille qui est, avec la luzerne la moins résistante puisque l'action nocive ne cesse qu'à 0,25‰ pour la première et à 0,50‰ pour la deuxième; le trèfle, le radis, le chanvre à peine moins sensibles cessent d'être influencés défavorablement à 0,75‰, et le pois, le chou, le lin à 1‰.

Le haricot est de loin le plus résistant à l'action du nitrate d'ammoniaque puisqu'il cesse d'être influencé à 7,5‰.

Enfin à l'égard du nitrate de chaux le chanvre subit jusqu'à 1‰ son action néfaste. A peine plus résistants sont le chou et le navet

viennent ensuite le trèfle et la lentille qui cessent d'être influencés défavorablement à 3‰, le radis à 5‰, et enfin le lin, le haricot, le pois et la luzerne déjà insensibles à 7,5‰ de nitrate de chaux.

Pour le nitrate de potasse ce sont la lentille et le navet qui sont le plus longtemps influencés avec un seuil de 3‰ tandis que la luzerne radis, chou, haricot se libèrent à 1‰ de l'action néfaste du nitrate.

Pour le nitrate d'ammoniaque c'est la luzerne qui, avec la lentille, est la moins résistante puisque l'action nocive ne cesse qu'à 0,50‰.

Le haricot est de loin le moins sensible puisque son seuil est à 7,5‰.

Enfin pour le nitrate de chaux le chanvre subit jusqu'à 0,75‰ l'action déprimante du nitrate tandis que le haricot est déjà insensible à 1‰.

2° Somme des grains germés pour 5 doses en 3 jours.

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³)Ca	
Lentille	335	Chou	403	Haricot	304	Lin	486
Luzerne	333	Luzerne	393	Lentille	288	Luzerne	443
Chou	332	Lin	386	Lin	261	Navet	429
Pois	302	Navet	381	Chou	256	Lentille	412
Navet	289	Trèfle	364	Pois	240	Pois	376
Haricot	288	Radis	338	Trèfle	231	Haricot	372
Lin	287	Lentille	331	Luzerne	237	Trèfle	370
Trèfle	287	Haricot	330	Navet	225	Chou	330
Radis	269	Pois	322	Chanvre	192	Radis	320
Chanvre	206	Chanvre	281	Radis	167	Chanvre	228

On voit que, ici encore, l'action des 4 nitrates sur les différentes graines n'a rien de comparable; dans le nitrate de soude c'est la lentille qui, avec la luzerne et le chou, a sa faculté germinative le moins entravée tandis que le chanvre est de loin le plus sensible à l'action du nitrate de soude suivi du radis et du trèfle.

Dans le nitrate de potasse c'est le chou avec la luzerne, le navet et le lin qui est le plus résistant, tandis que le chanvre est encore celui dont la faculté germinative est le plus entravée avec le radis et le haricot.

Dans le nitrate d'ammoniaque c'est le haricot, la lentille et le chou qui donnent la germination la plus considérable, tandis que le nombre de grains germés pour le chanvre et le radis est beaucoup moins grand.

Enfin dans le nitrate de chaux, c'est le lin suivi de la luzerne et du navet qui vient le premier et le chanvre, le radis et le chou ceux dont la germination est le plus entravée.

On remarque que le chanvre et le radis sont presque partout le plus longtemps influencés par les nitrates en solutions.

3°. Quotient du nombre de grains à réveil immédiat dans les solutions par le témoin.

NO^3Na		NO^3K		NO^3NH^4		$(\text{NO}^3)^2\text{Ca}$	
Haricot	3,4	Haricot	4	Haricot	2,4	Haricot	4
Chou	3,2	Chou	4	Chou	1,3	Luzerne	4
Lentille	2,5	Luzerne	3,7	Lin	1,2	Lin	3,4
Luzerne	2,5	Radis	3,3	Pois	1,2	Pois	3,4
Navet	1,8	Trèfle	3,2	Lentille	1	Lentille	3,2
Radis	1,7	Chanvre	2,9	Luzerne	1	Trèfle	3
Pois	1,7	Navet	2,8	Navet	0,9	Radis	2,2
Lin	1,6	Pois	2,7	Chanvre	0,9	Chou	2
Trèfle	1,2	Lentille	2,6	Radis	0,7	Navet	1,7
Chanvre	0,9	Lin	2,6	Trèfle	0,6	Chanvre	1,3

Sous l'action du nitrate de soude le haricot, le chou et la lentille donnent par rapport à leur témoin respectif la plus grande germination pour le premier jour tandis que le lin, le trèfle, le chanvre subissent un retard notable sous l'action du même nitrate.

De même, pour le nitrate de potasse, le haricot, le chou et la luzerne sont ceux dont la germination est le moins retardée, alors que celle du chanvre, navet, pois, lentille, lin est notablement entravée pour le premier jour.

C'est encore sur le haricot, le chou et le lin que l'action du nitrate d'ammoniaque est la moins retardatrice, tandis que le chanvre, le radis et le trèfle germent difficilement le premier jour.

A l'égard de nitrate de chaux le haricot, la luzerne et le lin possèdent la résistance la plus grande, leur germination étant peu entravée le premier jour, par contre le chou, le navet et le chanvre s'avèrent les plus sensibles à son action.

Les conclusions générales que l'on peut tirer de l'examen des 3 tableaux sont que le haricot et le chou présentent presque partout la résistance la plus grande à l'action des nitrates, tandis que le chanvre est la graine la plus sensible à leur influence déprimante.

Quant aux autres graines leur ordre est variable suivant le critérium et le nitrate de sorte qu'il est malaisé de les classer selon leur résistance, au point de vue des 3 manifestations que nous avons envisagées.

Nous remarquons dans les tableaux de la germination que la courbe de la stimulation passe par un maximum, qui, pour un certain nombre de grains, est quelquefois double du témoin ; par contre pour d'autres nitrates tel le nitrate d'ammoniaque cette stimulation est à peine visible.

Voici, dans l'ordre, les graines les plus sensibles à cette action stimulante, le nitrate ayant provoqué cette stimulation et le % d'augmen-

tation par rapport au témoin.

Le haricot avec le nitrate de chaux donne :	95%
L'avoine avec le nitrate de chaux donne :	75%
Le chanvre avec le nitrate d'ammoniaque donne :	64%
Le radis avec le nitrate de soude donne :	63%
L'orge et le chou respectivement avec le nitrate de chaux et le nitrate de soude donnent :	32%
Le lin avec le nitrate de chaux donne :	25%
La luzerne et le seigle avec le nitrate de chaux donnent :	21%
Le navet avec le nitrate de potasse donne :	18%
La lentille avec le nitrate de chaux donne :	19%
Le trèfle avec le nitrate de potasse donne :	16%
Le pois avec le nitrate de chaux donne :	47%

On ne peut juger justement la stimulation provoquée par le nitrate sur les différentes variétés de blé, celles-ci possédant déjà une excellente énergie germinative. Pour les doses expérimentées, si le nitrate le moins toxique ne donne pas toujours le maximum de la stimulation, par contre il semble y avoir une corrélation entre la plus grande toxicité du nitrate d'ammoniaque et sa faible action stimulante, une seule exception le chanvre ; le nitrate de chaux donne le maximum de la stimulation pour toutes les céréales, le lin, le pois, le haricot, la luzerne et la lentille. Le nitrate de potasse pour le navet et le trèfle. Le nitrate de soude pour le chou et le nitrate d'ammoniaque pour le chanvre.

INFLUENCE DES NITRATES EN SOLUTIONS SUR LE DEBUT DE LA CROISSANCE DES VÉGÉTAUX

Pour étudier l'influence des nitrates en solutions sur le début de la croissance nous avons choisi 10 grains de chaque espèce parmi ceux ayant germé les premiers dans les cristallisoirs. Ces 10 grains ont été placés dans des tubes de culture en verre Sibor, (contenant une solution identique à celle dans laquelle ils ont germé) d'un modèle semblable à ceux utilisés par M. M. L. Maume et J. Dulac dans leur étude sur la toxicité et l'antagonisme. Ces tubes se composent de 2 parties.

- 1° Un tube inférieur, fermé à une extrémité, long de 50 cm. et ayant un diamètre intérieur de 35 m/m.
- 2° Un tube supérieur, long de 30 cms et d'un diamètre de 30 m/m de sorte qu'il peut pénétrer dans le premier; l'extrémité inférieure est convexe et perforée pour permettre aux racines de plonger dans la solution contenue dans le tube récipient.

Pour les utiliser on introduit le second dans le premier en le coinçant à l'aide d'un tampon en caoutchouc ou d'ouate.

Pour certaines racines leurs faibles dimensions rendaient ces tubes inutilisables, le diamètre des perforations étant trop grand pour les

maintenir. Nous avons suivi le début de leur croissance dans des cristallisoirs sur des baguettes en verre dur placées côte à côte sur un support.

Nous avons arrêté nos observations sur l'influence des nitrates sur le début de la croissance 10 jours après l'apparition de la radicule, la question se complique au delà de ce laps de temps, car il est difficile de départager les parts d'influences respectives des nitrates de celles résultant de la dénutrition des végétaux.

La longueur de la racine et de la tige nous servira de critérium dans la mesure de la toxicité des nitrates en solutions sur le début de la croissance. L'action des nitrates sur la plante se manifeste par de nombreux phénomènes parmi lesquels il convient de citer par ordre d'importance :

- 1^o/ L'influence sur la racine : allongement, épaississement, brunissement, perte de la souplesse, absence de radicelles et de poils radicaux.
- 2^o/ L'influence sur la tige : sa longueur, absence de feuilles, degré de leur déploiement, couleur, degré de luisant ou de matité.

Racine.— Sous l'action des fortes concentrations des nitrates l'arrêt de la croissance peut être total, et le grain tué au stade « éclatement ». Dans ce cas on ne note l'apparition ni de la tige ni de la racine. Pour une concentration plus faible de la solution, les racines apparaissent mais restent courtes et épaisses. Cet épaississement peut exister sur toute la longueur de la racine ou seulement à sa base ; dans ce dernier cas l'extrémité en est effilée et comme grillée ; ailleurs, la racine, à peu près normale à sa base, s'épaissit à l'extrémité, présente une espèce de bourrelet ou quelquefois finit en crosse.

Nous avons toujours pour les céréales mesuré la plus longue des racines. C'est d'ailleurs ainsi que procèdent tous les observateurs. On ne pourrait pas prendre la moyenne, car il en sort souvent de nouvelles après quelques jours et la moyenne n'aurait pas de sens.

Pour le haricot, la lentille, la luzerne etc, il existe une racine principale, facile à mesurer, mais quelques jours après il apparaît des radicelles latérales qui descendent quelquefois plus bas que la racine principale. Nous n'avons dans ce cas mesuré que la longueur comprise entre le grain et l'extrémité de la racine principale, sans tenir compte de l'allongement supplémentaire apporté par les radicelles. Nous avons cependant mesuré leur longueur approximative.

Dans les fortes concentrations de nitrate d'ammoniaque et de nitrate de soude et beaucoup plus rarement de nitrate de potasse et de nitrate de chaux, les racines brunissent, ce brunissement est de différentes formes : il s'étend sur toute la longueur de la racine, ou seulement une zone en forme d'anneau. Suivant les espèces et les doses ce

brunissement a des degrés d'intensité: presque noir, il devient brun et pour les doses diluées les racines sont panachées de jaune alternant avec leur couleur normale.

Nous avons cependant remarqué que certains nitrates et notamment le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude donnent des racines égales en longueur à celles du témoin, et quelquefois même notablement plus longues, mais privées de radicules et de poils radicaux.

Aux doses concentrées, les racines sont rigides et cassantes pour tous les nitrates, sans aucune distinction. Ces racines sont droites ou sinueuses, ces sinuosités étant elles mêmes anguleuses ou en spirale, elles sont toujours fragiles. L'apparition de radicules et de poils absorbants est l'indice de la diminution de la toxicité.

Tige.— De même que pour la racine la croissance de la tige peut subir un arrêt total sous l'action des fortes concentrations des nitrates. Cette croissance sera de moins en moins empêchée à mesure que les concentrations seront plus faibles. Mais la tige, même nettement inférieure à celle du témoin, quant à la longueur, peut être normalement constituée, avec une feuille bien étalée et ne présenter aucun symptôme d'intoxication.

Sous l'action des fortes doses quelquefois la plante réagit et si la tige reste courte elle est d'un diamètre souvent triple de celui du témoin, et d'autres fois suivant les nitrates elle reste chétive. La présence ou l'absence de feuilles, leur degré de déploiement, leurs dimensions, leur couleur et leur aspect plus ou moins brillant ou terne sont aussi des indices de l'influence des nitrates. Pour les céréales l'écourtement de la coléoptile est un effet de l'action des doses concentrées des nitrates et cet écourtement est fonction de la concentration de la dose. La question se pose de savoir si l'on peut comparer l'action d'un même nitrate sur des plantes de différentes espèces.

Le seul moyen rationnel de comparaison résiderait croyons nous, dans le rapport des seuils de toxicité. Mais ces seuils varient pour la racine et pour la tige, il faut donc les considérer séparément.

La présence de la feuille est un indice de diminution de toxicité des nitrates pour certaines espèces, tandis que pour d'autres, au contraire, une dose toxique peut avoir une influence défavorable pour la tige qui reste courte, et permettre à la feuille de s'étaler et présenter des dimensions normales. Ce facteur est donc sujet à caution, mais il a son importance et c'est pourquoi nous le noterons quand il donnera lieu à des observations intéressantes.

Nous avons mesuré la longueur de la tige en partant du grain jusqu'au sommet de la feuille.

ROUGE D'ALSACE 22

Nitrate de Soude.— A 3% le nitrate de soude empêche le blé de développer sa racine et sa tige.

A 2 et 1% les racines restent très sensibles, s'épaississent et prennent une coloration brune. La tigelle très courte à 2% s'allonge sensiblement à 1%, mais la feuille non étalée est sans souplesse, la coléoptile remarquablement écourtée n'a que 15 à 18 m/m tandis que celle du témoin en a 35 à 40; de plus elle s'épaissit visiblement.

Le Rouge d'Alsace 22 est encore sensible à des dilutions de 5 à 3‰ de nitrate de soude, les racines restent épaisses, sinueuses et rigides, le brunissement s'atténue cependant et fait place à une coloration jaune orangé. Moins sensible, la tige se rapproche de celle du témoin, quelquefois cependant la coléoptile reste courte, mais la feuille toujours non étalée acquiert un peu de souplesse.

A 1‰ les racines perdent petit à petit leur raideur, et, quoique légèrement jaunies et privées de radicelles, sont plutôt souples et fines. Cette dose constitue le seuil de toxicité pour la tige: la feuille étalée est plus large que celle du témoin et de couleur plus vive.

A 0,75‰ les racines sont encore privées de radicelles, ne possèdent pas la souplesse du témoin et sont encore légèrement brunies, autant d'effets de l'action encore empêchante du nitrate. La tige, elle, présente un aspect vigoureux, et la deuxième feuille commence à pointer tandis que la première est large et bien étalée; la coléoptile est normale.

A 0,5‰ la racine est aussi longue que celle du témoin, mais elle présente la curieuse particularité d'être alternativement fine et renflée. Ces renflements prennent quelquefois la forme de véritables nodosités, mais les racines sont souples et sans aucune trace de brunissement.

A 0,25‰ l'action défavorable du nitrate de soude sur la racine disparaît, elle est plus longue que celle du témoin, et possède quelques radicelles peu épaisses mais pas de poils absorbants.

Pour observer l'action favorable maximum sur la racine et la tige il faut atteindre la dose de 0,12‰ de nitrate de soude, alors les racines sont longues, souples et fines, avec des radicelles nombreuses et des poils absorbants. La tige vigoureuse a deux feuilles étalées, larges, d'un vert franc plus foncé que celui du témoin.

L'action favorable décroît pour des doses plus faibles.

Le Rouge d'Alsace 22 devient insensible à la dose de 0,0075‰ de nitrate de soude, tout au moins pour la durée de nos expériences.

Nitrate de potasse.— Comme pour le nitrate de soude, 3% de nitrate de potasse arrête totalement la croissance aussi bien de la racine que de la tige.

A 2% de nitrate de potasse les racines sont courtes, épaisses sur toute leur longueur et cassantes, mais ne présentent pas de trace de brunissement; la tige démesurément épaisse présente une feuille non étalée. La coléoptile courte a 20 à 25 m/m. L'extrémité de la feuille qui se dégage de la coléoptile est sans souplesse, cassante et d'un vert sombre.

A 1% et 7,5‰ les racines, privées de radicelles, s'allongent visiblement mais restent un peu épaisses et rigides. La tige s'est allongée, la feuille à demi déployée gagne en souplesse, mais la coléoptile reste encore courte et ne dépasse jamais 25 m/m.

A 5 et 3‰ l'action du nitrate de potasse est encore légèrement néfaste sur la racine, qui acquiert une certaine souplesse à 5‰ et, à 3‰, présente quelques rudiments de radicelles épaisses, mais sans poils absorbants. Le seuil de toxicité à l'égard de la tige est à 5‰. Notons cependant que si cette dernière est comparable au témoin par sa longueur elle lui est supérieure par son aspect général: port, largeur de la feuille, couleur etc.

A 1‰ l'effet du nitrate de potasse est nul sur la racine, longues de 3 à 5 m/m les radicelles apparaissent et même quelques poils absorbants. A cette dose la tige possède 2 feuilles, la deuxième longue de 15 m/m souple et qui contraste, par le luisant, avec le témoin dont le vert est plutôt clair et mat.

A 5‰ on atteint le maximum de l'action favorable au développement de la tige, les deux feuilles sont larges et déployées et la tige incomparablement plus vigoureuse que celle du témoin. Pour les racines le maximum de l'action favorable a lieu à la dose de 0,25‰, les racines ont alors des radicelles et des poils absorbants. A 0,015‰ cette action favorable est encore visible quoique très atténuée. Elle disparaît à 0,0075‰.

Nitrate d'ammoniaque.— De 1% à 3‰ le nitrate d'ammoniaque jouit vis à vis des racines d'une action très brutale: à peine apparues elles sont arrêtées; elles sont épaisses, intensément brunies et leur extrémité est effilée et noircie. La tige ne semble pas souffrir dans la même mesure, elle est très courte à 1% et 7,5‰. La coléoptile est réduite et le brunissement de la racine gagne quelquefois sa base, qui présente alors l'aspect d'un tissu corrodé s'effritant au toucher.

A 5 et 3‰ la tige s'allonge nettement, la feuille, quoique non étalée apparaît au sommet d'une coléoptile souvent écourtée, dont la longueur n'est quelquefois que de 10 à 12 m/m. C'est la coléoptile la plus courte que nous ayons observée.

A 0,5‰ l'action défavorable du nitrate d'ammoniaque est très nette encore à l'égard des racines qui sont épaisses, brunies à leur extrémité et privées de radicelles. L'action sur la tige à cette dose est indifférente, son aspect est comparable en tout point à celui du témoin quoique sa couleur soit légèrement plus terne.

L'action défavorable sur les racines disparaît à 0,25‰ mais elles sont toujours dépourvues de radicelles et de poils absorbants.

Pour les plus grandes dilutions le nitrate d'ammoniaque devient favorable aussi bien à la croissance de la tige qu'à celle des racines; le maximum de l'action favorable est atteint à la dose de 0,15‰ pour la racine et à 0,062‰ pour la tige.

La racine à cette dose possède un système racinaire pourvu de radicules mais non de poils absorbants. La tige n'a ni la vigueur ni la couleur de celles obtenues avec les doses les plus favorables de nitrate de soude et de nitrate de potasse, la deuxième feuille pointe à peine.

L'hydrotropisme des racines semble être modifié de 5 à 3% : un moment plongées dans la solution, elles se recourbent ensuite comme pour gagner la surface du liquide.

Nitrate de chaux.— Seul des 4 nitrates expérimentés le nitrate de chaux à 3% permet au Rouge d'Alsace 22 de dépasser le stade de l'éclatement, les racines sont alors très courtes et très épaisses, sans trace de brunissement; la tigelle courte et épaisse de même, est engoncée dans une coléoptile aux parois épaisses d'un vert dégradé tendant au gris et qui présente un contraste frappant avec la couleur des coléoptiles du témoin.

Les racines s'allongent graduellement à 2 et 1% : elles sont plutôt rigides et sinueuses, légèrement en spirale à leur extrémité et ne présentent aucun brunissement. La tige, spécialement à 2% est munie d'une coléoptile courte et décolorée.

De petites radicules qui restent courtes apparaissent à 7,5‰.

A 5‰ l'action du nitrate de chaux est nulle sur l'allongement de la racine.

A 3‰ on voit des radicules longues et souples et même de nombreux poils absorbants qui n'existaient pas pour les autres nitrates à la même dose.

La tige, elle, subit encore une légère action déprimante à 1‰, mais la feuille est étalée et la coléoptile normale. Cette action défavorable disparaît à 0,75‰ et fait place à une action stimulante.

Le développement de la racine est maximum à 0,5‰.

Le nitrate de chaux est des 4 nitrates celui ayant donné l'allongement racinaire le plus considérable. Les radicules sont nombreuses fines souples et longues quelquefois de 15 à 20 m/m, on note de plus la présence de très nombreux poils absorbants.

L'action légèrement favorable du nitrate de chaux sur la racine se fait encore sentir à 0,0075‰.

A 0,12‰ on obtient le maximum de la tige qui est aussi peu considérable que celui obtenu avec le nitrate d'ammoniaque.

Dans le Rouge d'Alsace 22 les racines jouissent d'une sensibilité plus grande que les tiges sous l'action du nitrate de potasse, de soude, et d'ammoniaque. Le nitrate de chaux, au contraire est plus toxique pour la tige que pour la racine.

Si nous choisissons comme critérium de la toxicité des nitrates les chiffres représentant l'allongement de la racine et de la tige aux différentes doses, ainsi que la position de leur seuil de toxicité, nous voyons que l'action du nitrate d'ammoniaque est la plus néfaste pour la racine aussi bien que pour la tige. Le nitrate de soude occupe le deu-

xième rang suivi du nitrate de potasse. Le nitrate de chaux est le moins toxique sur la racine mais sa toxicité sur la tige est plus grande que celle du nitrate de potasse.

Le maximum d'allongement est donné par le nitrate de chaux pour la racine et par le nitrate de potasse pour la tige.

La plus petite augmentation de l'allongement, surtout pour la racine est donnée par le nitrate d'ammoniaque.

Racine 70 Tige 90

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	0	0	0	0	5	10
2 ‰	2	7	12	40	0	5	15	30
1 ‰	4	35	30	50	2	15	35	45
7,5 ‰ ₀₀	5	40	35	67	2	20	40	50
5 ‰ ₀₀	10	65	48	87	5	42	67	65
3 ‰ ₀₀	20	80	60	95	8	60	75	80
1 ‰ ₀₀	47	90	70	100	20	77	85	87
0,75 ‰ ₀₀	50	95	80	115	30	80	95	95
0,50 ‰ ₀₀	65	98	85	130	50	90	115	95
0,25 ‰ ₀₀	82	105	105	120	70	100	110	100
0,125 ‰ ₀₀	90	120	103	115	75	100	105	105
0,062 ‰ ₀₀	90	110	95	110	78	105	90	100
0,015 ‰ ₀₀	75	92	82	100	82	98	80	90
0,0075 ‰ ₀₀	70	90	70	90	82	95	75	90
0,0009 ‰ ₀₀	70	90	70	90	70	90	70	90

BASTARD DE RIMPAU - VILMORIN 27

Pour les deux autres variétés de blé, Bastard de Rimpau¹ et Vilmorin 27, les manifestations de la toxicité sont les mêmes que pour le Rouge d'Alsace 22. Le Bastard de Rimpau est peut-être plus sensible, car le brunissement y est plus persistant. Mais le tableau montre quelques légères différences de comportement. Ainsi la tige du Bastard de Rimpau est plus résistante et sa racine plus sensible à l'action du nitrate de soude que celles de l'Alsace 22.

La tige du Bastard du Rimpau à l'égard du nitrate de potasse se comporte de la même façon que celle du Rouge d'Alsace 22, tandis que sa racine est nettement moins sensible.

Pour le nitrate d'ammoniaque la racine du Bastard de Rimpau est plus sensible et la tige d'une sensibilité égale à celle du Rouge d'Alsace 22.

Le nitrate de chaux a une action à peu près identique sur le Bastard de Rimpau et le Rouge d'Alsace 22.

Le Vilmorin 27 ne diffère de l'Alsace 22 que par une action à peine plus marquée du nitrate de soude sur la racine et la tige, une

sensibilité légèrement plus grande de la tige à l'égard du nitrate de potasse, tandis que le même organe résiste un peu mieux au nitrate de chaux.

BASTARD DE RIMPAU
Racine 65 Tige 80

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ‰	1	5	10	35	0	3	25	40
1 ‰	5	25	35	50	2	15	45	50
7,5 ‰	10	35	40	65	2	30	55	50
5 ‰	10	55	35	80	5	40	62	65
3 ‰	12	80	70	100	5	50	85	76
1 ‰	50	85	85	110	20	70	90	95
0,75 ‰	52	90	85	105	30	73	95	102
0,50 ‰	60	100	90	115	40	85	100	105
0,25 ‰	65	100	95	110	60	90	100	105
0,125 ‰	80	105	90	100	70	90	90	105
0,062 ‰	80	105	82	100	70	95	87	98
0,015 ‰	70	85	65	92	70	90	78	85
0,0075 ‰	67	80	65	80	70	83	70	80
0,0009 ‰	65	80	65	80	68	80	65	80

VILMORIN 27
Racine 75 Tige 100

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ‰	1	5	20	35	0	3	20	45
1 ‰	4	30	40	70	0	10	40	65
7,5 ‰	10	45	35	85	2	45	50	70
5 ‰	15	60	40	80	2	45	60	65
3 ‰	25	85	70	97	15	55	80	100
1 ‰	56	93	75	115	43	80	85	105
0,75 ‰	55	100	78	115	42	90	97	102
0,50 ‰	65	100	80	120	50	95	105	105
0,25 ‰	70	108	90	120	75	105	105	120
0,125 ‰	90	102	90	105	85	105	105	120
0,062 ‰	90	100	85	110	80	110	95	110
0,015 ‰	80	100	78	110	77	105	87	100
0,0075 ‰	75	100	75	100	85	100	87	100
0,0009 ‰	75	100	75	100	75	100	75	100

ORGE

Nitrate de soude.— A 2% pas de racine mais une tigelle restée courte et épaisse.

De 1% à 5‰ l'action du nitrate de soude est très marquée sur la racine, elle reste épaisse courte et brune à son extrémité. Par contre la tige est beaucoup moins sensible; à 1% et 7,5‰ la coléoptile est légèrement écourtée mais la feuille est étalée.

A 5‰ le développement de la tige est remarquable : la feuille bien étalée est souple et d'un beau vert avec une coléoptile normale.

Jusqu'à 0,5‰ la hauteur de la tige est légèrement inférieure à celle du témoin mais au contraire la feuille est plus large, sa couleur plus vive et l'aspect général de la tige plus vigoureux.

A 0,75‰ de nitrate de soude les racines accusent encore une influence défavorable : elles sont plus ou moins épaisses et rigides, avec un brunissement plus ou moins prononcé surtout à l'extrémité, les radicelles et les poils absorbants sont totalement absents.

Le nitrate de soude ne devient indifférent pour la racine et pour la tige qu'à la dose de 0,50‰ ; à cette dilution les racines acquièrent une certaine souplesse, mais qui n'égale pas celle du témoin. Les radicelles sont encore très rares. Par contre la tige avec sa feuille plus étalée, plus large et plus verte est supérieure à celle du témoin.

Le maximum d'action favorable, aussi bien pour la racine que pour la tige est obtenu à 0,25‰. A cette dose les racines sont souples et les radicelles nombreuses ; la tige est vigoureuse et possède deux feuilles dont la seconde pointe à peine et ne mesure que 10 m/m.

L'action favorable décroît pour les plus faibles concentrations, à 0,015‰ la racine n'est plus influencée tandis que la tige est encore sensible à la dose de 0,0075‰.

Nitrate de potasse.— A 3% le nitrate de potasse permet à l'orge de donner des racines qui restent courtes; ces racines sont épaisses à leur extrémité qui a la forme d'un bourrelet légèrement brunissant.

L'action à 2% est presque aussi brutale; on note cependant un léger accroissement de la longueur de la tige, et la coléoptile courte laisse percer la feuille.

De 1% à 3‰ le développement des racines est empêché: elles demeurent courtes, sont sans souplesse, épaisses et sinueuses. A 1‰ et 0,75‰ les racines se rapprochent du témoin, perdent leur rigidité mais sont encore néanmoins privées de radicelles.

A 0,5‰ l'action défavorable disparaît pour faire place à une influence stimulante.

La différence du comportement de la racine et de la tige mérite d'être soulignée. Déjà à 1% la tige présente un aspect vigoureux, une feuille étalée et verte, une coléoptile à peine écourtée. Égale par la hauteur au témoin à 5‰ elle lui est supérieure à tous les autres points : aspect plus vigoureux, feuille plus large, mieux étalée et plus luisante. A 0,75‰ alors que la racine est encore défavorablement affectée, la tige a le maximum de croissance, possède deux feuilles, la deuxième ayant plus de 35 m/m.

Le maximum de l'action favorable sur la racine est obtenu à 0,015‰, les radicelles sont alors nombreuses, les poils absorbants par contre sont rares.

L'influence favorable subsiste encore à 0,0075‰ pour la tige et 0,0009‰, pour la racine.

Nitrate d'ammoniaque.— Ce nitrate rend toute végétation impossible à 2‰. Il jouit vis à vis des racines d'une très grande toxicité, ne permettant de 1‰ à 1‰₀ que des racines extrêmement courtes, filiformes et plus ou moins noircies.

A partir de 0,12‰ les racines sont un peu plus longues mais épaisses, rigides et assez fortement brunies.

Son action ne devient nulle sur l'allongement de la racine qu'à 0,062‰, mais il empêche encore à cette dose les radicelles de paraître.

Le maximum peu sensible de son action favorable est obtenu à 0,015‰.

L'action du nitrate d'ammoniaque sur la tige est tout autre; elle est à 1‰ chétive et courte de même que la coléoptile; la feuille non étalée est plutôt terne.

A 5‰ la tige présente un aspect à peu près normal, une feuille quelquefois étalée mais la coléoptile est souvent écourtée.

Cette action défavorable du nitrate d'ammoniaque, sur la tige sera encore visible à 0,25‰ et ne disparaîtra qu'à 0,12‰ pour être remplacée par une influence légèrement favorable.

Un maximum aussi peu accusé que celui de la racine se fait voir à 0,062‰, la tige présente alors une seule feuille dont la matité contraste avec le luisant des feuilles obtenues avec le nitrate de potasse et le nitrate de soude.

L'action favorable n'apparaît plus à 0,0075‰.

De 1‰ à 5‰ le brunissement intense des racines, gagne la base de la tige qui s'amincit à cet endroit jusqu'à présenter un diamètre moitié moindre de celui du témoin.

Nitrate de chaux.— Le nitrate de chaux agit presque aussi intensément à 2 qu'à 3‰ donnant des racines épaisses, rigides mais sans trace de brunissement.

Les tiges courtes sont encore engainées dans leur coléoptile. On note comme pour le blé une décoloration de cet organe.

De 1‰ à 5‰ l'allongement de la racine est à peine sensible et les symptômes mentionnés plus haut persistent. La tige par contre présente une nette augmentation dans sa longueur et possède à 1‰ une coléoptile rarement écourtée et une feuille à moitié étalée.

A peu près comparable au témoin à 5 et 3‰ l'orge ne devient indifférent à l'action du nitrate de chaux qu'à 1‰. A cette dose la tige et la feuille sont comparables au témoin.

La dose de 0,25‰ donne le maximum de développement aussi bien de la racine que de la tige. A cette dose les radicelles sont

nombreuses et longues ainsi que les poils absorbants. La tige, quoique ne pouvant être comparée avec celle obtenue avec le maximum d'action favorable de nitrate de potasse et de nitrate de soude, est cependant supérieure au témoin, et possède deux feuilles d'un vert à peine moins terne que celles obtenues avec le nitrate d'ammoniaque. L'action favorable du nitrate de chaux persiste encore à 0,0009‰ pour la racine, mais disparaît à 0,0075‰ pour la tige.

Racine 43 Tige 103

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	5	12	0	0	8	10
2 ‰	0	10	5	20	0	0	10	13
1 ‰	5	55	10	75	2	40	15	70
7,5 ‰	5	60	15	70	2	65	15	77
5 ‰	8	92	15	105	5	73	23	98
3 ‰	15	87	20	110	5	80	38	95
1 ‰	25	95	35	133	8	85	50	102
0,75 ‰	30	100	40	140	14	85	55	105
0,50 ‰	45	110	45	130	25	92	68	109
0,25 ‰	60	130	52	125	30	95	97	120
0,125 ‰	50	120	55	125	32	110	80	115
0,062 ‰	50	125	65	120	45	115	75	112
0,015 ‰	45	115	75	120	50	110	63	110
0,0075 ‰	45	120	62	112	45	103	55	103
0,0009 ‰	43	105	53	105	43	105	48	105

SEIGLE

Nitrate de soude.— A 3 et 2‰ de nitrate de soude le seigle produit une tigelle dont le développement est vite arrêté.

De 1‰ à 3‰ les racines sont plus ou moins longues, mais brunies fragiles, épaisses et présentant à leur extrémité un bourrelet qui a quelquefois la forme d'une véritable massue avec un point de renflement égal à 4 ou 5 fois le diamètre d'une racine normale.

De 1 à 0,5‰ les racines s'allongent notablement mais elles restent épaisses, cassantes, brunies et privées de radicules.

Encore sensible à la dose de 0,25‰ les racines ne deviennent indifférentes qu'à l'action de 0,12‰. Elles possèdent, à cette dose, quelques rares radicules épaisses et s'arrêtant brusquement.

La tige à 1‰ de nitrate de soude est très affectée, courte, avec une coléoptile réduite notablement. Elle l'est beaucoup moins cependant à 7,5‰ où elle présente une feuille non étalée, avec une coléoptile écourtée mais plus longue qu'à 1‰.

L'action sur la tige diminue de 5 à 3‰ et devient indifférente à 1‰ et même un peu favorable.

A cette dose, quand, par rapport au témoin, la tige est supérieure par sa hauteur, sa couleur, son aspect général et la largeur de sa feuille ; la racine, elle, n'atteint pas même la moitié de la longueur de celle du témoin et présente des symptômes très marqués d'intoxication.

A 0,25‰ on atteint le maximum de développement de la tige qui présente deux feuilles dont la seconde pointe à peine.

La racine maximum est obtenue à 0,015‰ de nitrate de soude, mais l'action est nulle à 0,0009‰.

Nitrate de potasse.— Les racines du seigle, sous l'action de 3 et 2% de nitrate de potasse restent courtes avec un bourrelet à leur extrémité, mais ne brunissent pas. La tigelle très affectée à 3% est courte et engainée, mais elle est plus haute à 2% avec une coléoptile quelquefois écourtée.

De 1% à 5‰ l'action défavorable du nitrate de potasse sur la tige s'atténue remarquablement et devient même profitable à cette dernière dose. La racine très épaisse, rigide et cassante à 1% et 7,5‰, encore sensible à 0,75‰, n'est plus qu'indifférente à 0,5‰. A cette dose quelques radicelles apparaissent longues de 5 à 8 m/m, mais on note l'absence totale de poils absorbants.

Le maximum d'action favorable est obtenu avec 0,25‰ pour la tige et 0,015‰ pour la racine. Toutes deux sont encore favorablement influencées à 0,0075‰ et la tige l'est même encore à 0,0003‰.

Nitrate d'ammoniaque.— Le seigle de 3 à 1% de nitrate d'ammoniaque, ne donne pas de racines mais seulement une tigelle entièrement engainée et chétive. A 1%, malgré la petite dimension de la tigelle la pointe de la feuille apparaît à son sommet à cause de l'écourtement de la coléoptile.

De 7,5 à 0,5‰ les racines, malgré un allongement progressif, restent plus ou moins épaisses, rigides, anguleuses et brunies, particulièrement aux fortes doses.

Au delà de 0,5‰ les racines acquièrent une certaine souplesse mais portent encore, à leur extrémité, qui finit brusquement, des traces de brunissement.

L'influence défavorable du nitrate d'ammoniaque sur les racines ne cesse qu'à 0,062‰, et encore à cette dose les racines sont elles privées de radicelles et de poils absorbants, et moins souples que celles du témoin.

La dose de 5‰ empêche le développement de la tige qui reste chétive, présente une coléoptile écourtée, la feuille non étalée est d'un vert terne, tandis que le brunissement des racines gagne la base qui s'amincit.

L'action du nitrate d'ammoniaque reste très déprimante sur la tige jusqu'à 0,5‰ ; elle disparaît à 0,25‰ pour faire place à une autre indifférente sur la hauteur, tandis que l'aspect général (étalement de la feuille, vigueur de la tige et couleur) est inférieur au témoin.

A 0,015‰ a lieu le maximum de développement de la tige et de la racine. Cette dernière possède à peine alors quelques radicelles courtes et presque pas de poils absorbants.

A 0,0009‰ la tige subit encore l'influence du nitrate d'ammoniaque tandis que la racine reste indifférente.

Nitrate de chaux.— A 3 et 2‰ de nitrate de chaux les racines épaisses et rigides sont sinueuses; moins sensible, la tige très affectée à 3‰, se développe à peu près normalement à 2‰ et présente une feuille à moitié étalée avec une coléoptile quelquefois écourtée.

A 1‰ et 7,5‰ déjà les racines n'ont plus l'aspect qu'on leur voit à 2 et 3‰. Elles acquièrent à 7,5‰ une certaine souplesse et ont quelques radicelles rares. A 1‰ la tige à peine défavorablement influencée voit à 7,5‰ son développement accéléré et présente une feuille plus large et une tige plus vigoureuse que le témoin.

A 3‰ l'action du nitrate de chaux est encore nuisible pour la racine, mais déjà à cette dose apparaissent quelques poils absorbants et d'assez nombreuses radicelles.

Le maximum du développement est obtenu à 0,5‰ pour la tige et 0,052‰ pour la tige. Au delà de 0,0075‰ aucune action ne se manifeste plus.

Racine 90 Tige 77

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	7	3	22	0	5	8	35
2 ‰	0	20	5	40	0	10	20	65
1 ‰	5	25	15	50	0	20	35	71
7,5 ‰	15	47	25	57	5	30	52	82
5 ‰	23	60	50	85	5	50	81	90
3 ‰	35	63	55	95	10	55	85	85
1 ‰	48	75	75	90	25	60	90	100
0,75 ‰	60	75	80	100	40	65	95	112
0,50 ‰	66	90	90	105	53	70	95	105
0,25 ‰	82	95	90	120	60	80	100	95
0,125 ‰	90	95	95	115	75	85	105	90
0,062 ‰	90	90	95	115	90	90	110	90
0,015 ‰	105	90	110	110	95	95	100	82
0,0075 ‰	95	85	100	102	95	90	90	77
0,000 ‰	90	77	90	92	90	85	90	80

AVOINE

Nitrate de soude.— A 2‰ de nitrate de soude l'arrêt total a lieu au stade éclatement.

De 1‰ à 5‰ les racines courtes, épaisses et fortement brunies à

leur base sont arrêtées aussitôt apparues. Le brunissement se perd à l'extrémité qui est effilée.

De 3⁰/₀₀ à 7,5⁰/₀₀ l'allongement des racines est très visible, mais elles restent plus ou moins épaisses et cassantes, d'une couleur jaune orangé et privées de radicelles.

Moins sensible que la racine, la tige très affectée à 1⁰/₀, présente cependant une coléoptile de 12 à 15 m/m.

De 7,5⁰/₀₀ l'atténuation de la toxicité est graduelle jusqu'à 0,5⁰/₀₀ dose qui est indifférente aussi bien à la racine qu'à la tige.

L'action favorable maximum pour la tige, de même que pour la racine, est atteinte à 0,25⁰/₀₀. La racine présente alors quelques radicelles mais elle est privée de poils absorbants. La tige est vigoureuse et possède deux feuilles dont la deuxième n'a que 10 m/m. L'action est encore visible à 0,0075⁰/₀₀.

Nitrate de potasse.— La toxicité du nitrate de potasse à l'égard de l'avoine est nettement inférieure à celle du nitrate de soude.

De 3⁰/₀ à 7,5⁰/₀₀ les racines sont courtes, épaisses mais sans trace de brunissement.

A 5⁰/₀₀ l'allongement des racines est net, mais elles sont encore inférieures au témoin, plus ou moins épaisses, rigides, finissent brusquement et sont privées de radicelles.

L'action du nitrate de potasse cesse d'être néfaste à 3⁰/₀₀ sur la racine qui devient souple et fine; l'on y voit même quelques radicelles.

La tigelle à peine apparue à 3⁰/₀, très courte et engainée à 2⁰/₀, est plus longue à 1⁰/₀ où la feuille est d'un vert foncé au sommet d'une coléoptile souvent écourtée.

A 5⁰/₀₀, inférieure au témoin par sa hauteur, la tige est au contraire plus vigoureuse et la feuille plus large et d'un vert plus franc.

A 3⁰/₀₀ l'action du nitrate de potasse est nulle pour la racine ainsi que pour la tige, et le maximum de développement des deux organes est obtenu à la dose de 0,75⁰/₀₀; alors la longueur de la racine est double de celle du témoin, souple et pourvue de radicelles et de quelques rares poils absorbants. La tige est vigoureuse et possède deux feuilles dont la seconde a plus de 30 m/m; elles sont bien étalées, d'un vert foncé et luisantes.

L'action favorable tant pour la racine que pour la tige disparaît à 0,0075⁰/₀₀.

Nitrate d'ammoniaque.— La sensibilité de l'avoine à l'égard du nitrate d'ammoniaque est telle que même à 1⁰/₀ la germination est arrêtée au stade éclatement.

De 7,5 à 1⁰/₀₀ les racines restent courtes, épaisses à leur base, effilées et noircies à leur extrémité; à 0,5⁰/₀₀ elles sont encore épaisses, rigides et brunissantes, mais à 0,25⁰/₀₀ à peu près comparables au témoin quant à la longueur, elles présentent encore un certain manque de souplesse, une absence totale de radicelles et quelques très légères traces

de brunissement, principalement aux extrémités.

L'action sur la tige est beaucoup moins brutale au delà de 1^o/₀.

A 7,5^o/₀₀ elle reste courte et chétive, la coléoptile, courte aussi, est gagnée par le brunissement de la racine jusqu'aux 2/3 de sa hauteur.

L'action déprimante diminue graduellement de 5 à 1^o/₀₀. A cette dernière dose la tige est encore inférieure au témoin par son aspect général, sa couleur, sa feuille à demi étalée et d'un vert terne.

L'action ne devient indifférente qu'à 0,25^o/₀₀.

A 0,12^o/₀₀ a lieu le maximum d'action favorable sur la tige qui présente deux feuilles longues mais ni larges, ni bien étalées.

Pour la racine le maximum est obtenu à 0,052^o/₀₀; on note l'absence de poils absorbants et les radicules nombreuses sont un peu courtes et finissent brusquement.

Plus sensible que la tige à l'action du nitrate d'ammoniaque la racine en subit encore l'influence à 0,015^o/₀₀.

Nitrate de chaux.— La toxicité du nitrate de chaux sur l'avoine, légèrement inférieure à celle du nitrate de potasse jusqu'à 1^o/₀, et se manifestant par les mêmes symptômes, ne perd son action sur la tige qu'à 1^o/₀₀ et sur la racine à 0,75^o/₀₀. La coléoptile, plutôt courte à 1^o/₀, est encore décolorée ce qui confirme ce que nous avons observé pour l'orge, le seigle et le blé.

A 0,75^o/₀₀ on obtient le maximum de développement de la tige qui a deux feuilles, assez chétives et contrastant par leur couleur terne avec celles obtenues avec du nitrate de potasse à la même dose.

La racine donne son maximum de développement à 0,25^o/₀₀ où les radicules sont aussi nombreuses que les poils absorbants.

Les symptômes d'action favorable sont encore visibles à 0,75^o/₀₀ pour la racine tandis que la tige n'est plus influencée à 0,062^o/₀₀.

Racine 43 Tige 110

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	3	5	0	0	5	15
2 ‰	0	0	8	15	0	0	10	20
1 ‰	3	20	10	40	0	0	20	32
7,5 ‰	5	55	13	87	5	30	20	70
5 ‰	7	80	28	95	5	60	25	90
3 ‰	15	92	45	110	8	70	30	95
1 ‰	28	95	70	130	10	75	40	110
0,75 ‰	35	103	90	135	15	95	45	120
0,50 ‰	45	110	80	130	20	100	75	115
0,25 ‰	75	120	85	125	40	115	95	115
0,125 ‰	70	112	70	120	60	125	80	115
0,062 ‰	60	115	65	118	65	125	73	110
0,015 ‰	55	110	52	115	50	110	60	110
0,0075 ‰	48	115	45	110	45	110	56	110
0,0009 ‰	45	110	45	110	45	110	45	110

Conclusion.— Comme il a été déjà fait pour l'étude de l'influence des nitrates en solutions sur la germination nous tirerons, pour les céréales, des conclusions particulières de nos essais sur l'influence sur le début de la croissance.

Nous pouvons avancer, à priori, qu'à la même dose l'action d'un même nitrate n'est pas égale sur la racine et sur la tige, car ces deux organes jouissent ordinairement d'une sensibilité différente. Cette différence de toxicité d'un même corps sur les deux parties d'une même plante a été déjà observée par de nombreux expérimentateurs, Melle Robert et M. Canals entre autres. Celui-ci notamment remarque que le magnésium est plus empêchant pour le développement des racines que pour celui de la tige.

Nous devons donc tirer des conclusions séparées pour les racines et la tige.

Comme pour les essais sur la germination nous allons d'abord classer les nitrates par ordre de toxicité et les graines par ordre de sensibilité à l'égard d'un même nitrate.

Le seul critérium logique que l'on puisse choisir pour ces classements est la comparaison des seuils de toxicité, car l'influence générale d'un nitrate pour l'ensemble des doses est impossible à comparer.

Seuils de toxicité pour la Racine.

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
Seigle	0,125‰	Orge	} 0,50‰	Seigle	} 0,50‰	Avoine.	0,75‰
Vil. 27	} 0,25‰	Seigle		Orge		Orge	} 1 ‰
Bast. R.		Vil. 27	} 1 ‰	Bast. R.	} 0,12-0,25	Seigle	
Als. 22	} 0,50‰	Als. 22		Vil. 27		Vil. 27	3 ‰
Orge		Avoine	} 3 ‰	Als. 22	} 0,25‰	Als. 22	3,5 ‰
Avoine		Bast. R.		Avoine		Bast. R.	5 ‰

L'examen de ce tableau permet de classer les nitrates par ordre de toxicité et aussi les graines par ordre de sensibilité à l'égard d'un même nitrate.

L'ordre de toxicité décroissante des nitrates est le suivant :

Nitrate d'ammoniaque : Le plus toxique puisque les graines les plus résistantes subissent son action à 0,25‰ tandis que les plus sensibles manifestent des symptômes d'intoxication jusqu'à 0,062‰. (Rapport du seuil de la graine la plus sensible à celui de la moins sensible 1 à 4).

Nitrate de soude : Vient immédiatement après le nitrate d'ammoniaque : les seuils de toxicité de la graine la moins sensible et celui de la plus sensible variant entre 0,50‰ et 0,125‰ (Rapport des seuils de 1 à 4).

Nitrate de potasse : Agit sur l'orge et le seigle, les plus sensibles à son égard, jusqu'à la dose de $0,50\%$ tandis que le Bastard de Rimpau et l'avoine les plus résistantes à son égard se libèrent de son action nocive à 3% . (Rapport des seuils 1 à 6).

Nitrate de chaux : Le nitrate de chaux est le moins toxique des 4 et l'avoine qui subit le moins bien son action n'est plus influencée à $0,75\%$ tandis que le Bastard de Rimpau est indifférent à 5% . (Rapport des seuils 1 à 7).

Ordre de sensibilité des racines :

L'ordre des graines suivant la sensibilité de leurs racines varie, ici encore, suivant les nitrates.

Dans le nitrate de soude c'est le seigle avec le Vilmorin 27 et le Bastard de Rimpau qui est le plus sensible tandis que le Rouge d'Alsace 22, l'orge et l'avoine résistent le mieux à son action.

A l'égard du nitrate de potasse les racines de l'orge et du seigle sont les plus éprouvées, tandis que celles de l'avoine et du Bastard de Rimpau ne subissent plus à 3% l'action nocive de ce nitrate.

Le nitrate d'ammoniaque se montre le plus brutal vis à vis du seigle et de l'orge qui sont les plus éprouvés; les 3 variétés de blé et l'avoine sont légèrement plus résistantes.

Enfin c'est l'avoine, suivie de l'orge et du seigle dont les racines sont les plus sensibles à l'action du nitrate de chaux, tandis que celles de Vilmorin 27, du Rouge d'Alsace 22 et surtout du Bastard de Rimpau résistent le mieux à son action.

Seuils de toxicité pour la Tige.

NO^3Na		NO^3K		NO^3NH^4		$(\text{NO}^3)^2\text{Ca}$	
Orge	} $0,50\%$	Vil. 27	} 3%	Orge	} $0,12\%$	Als. 22	} 1%
Seigle		Avoine		Seigle		Orge	
Vil. 27	} 1%	Bast. R.	} 5%	Avoine	} $0,25\%$	Avoine	} 3%
Als. 22		Als. 22		Vil. 27		Vil. 27	
Avoine	} 3%	Orge	}	Als. 22	} $0,50\%$	Bast. R.	} $7,5\%$
Bast. R.		Seigle		Bast. R.		Seigle	

L'ordre décroissant de la toxicité des différents nitrates est le suivant :

Nitrate d'ammoniaque : Le plus toxique, le seuil de la graine la plus sensible étant à $0,12\%$ tandis que les plus résistantes se libèrent de son action à $0,50\%$. (Rapport des seuils 1 à 4).

Nitrate de soude : Le nitrate de soude vient immédiatement après le nitrate d'ammoniaque, les seuils de la graine la moins résistante et celui de la plus résistante variant de $0,5\%$ à 3% .

(Rapport des seuils 1 à 6).

Nitrate de chaux : Le nitrate de chaux comparé au nitrate de potasse présente une action plus toxique sur les tiges de toutes les céréales expérimentées, le seigle excepté. Leur action est égale vis à vis du Vilmorin 27.

Les rapports des seuils extrêmes du nitrate de chaux est de 1 à 7,5, et pour le nitrate de potasse de 1 à 15.

L'ordre des graines suivant la sensibilité de leur tige est le suivant :

Nitrate de soude : Le seigle et l'orge sont les plus sensibles avec leur seuil à 0,50‰ tandis que le Bastard de Rimpau et l'avoine sont les plus résistantes, leur seuil étant à 3‰.

Nitrate de potasse : Pour le nitrate de potasse toutes les graines ont le même seuil sauf le Vilmorin 27 et l'avoine légèrement plus sensibles que les autres.

Nitrate d'ammoniaque : Dans le nitrate d'ammoniaque la tige de l'orge est la plus sensible suivie de celles du seigle et de l'avoine, tandis que les trois variétés de blé sont les plus résistantes.

Nitrate de chaux : Enfin à l'égard du nitrate de chaux c'est le Rouge d'Alsace 22 qui, avec l'avoine, jouit de la plus grande sensibilité tandis que le seigle est le plus résistant.

En rapprochant les 2 tableaux des seuils de toxicité on voit que, d'une façon générale, les nitrates sont beaucoup plus nocifs pour les racines que pour les tiges, à en juger par les seuils de toxicité, ceux des racines étant notablement plus bas que ceux des tiges, exception faite de l'orge pour le nitrate de soude et de l'avoine pour le nitrate de potasse et le nitrate de chaux qui ont un même seuil de toxicité pour les racines et la tige. Par contre le Rouge d'Alsace 22 et le Bastard de Rimpau possèdent des tiges plus sensibles que leurs racines à l'action du nitrate de chaux.

Pour compléter nos observations nous avons voulu comparer l'action stimulante des nitrates sur les différentes graines. Ici aussi, comme dans la germination, il était indispensable de tenir compte de la longueur de chaque témoin, pour cela nous avons divisé la longueur maximum de chaque racine et de chaque tige par la longueur de leur témoin respectif. Nous relevons ces résultats dans les tableaux suivants :

Rapport entre le maximum de la Racine et le témoin.

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
Avoine	1,7	Avoine	2	Avoine	1,5	Avoine	2,2
Orge	1,4	Orge	1,5	Orge	1,2	Orge	2
Als. 22	1,2	Als. 22	1,4	Als. 22	1,1	Als. 22	1,5
Bast. R.		Bast. R.		Bast. R.		Bast. R.	1,5
Vil. 27		Vil. 27		Vil. 27		Vil. 27	1,4
Seigle	1,1	Seigle	1,2	Seigle	1,05	Seigle	1,2

Rapport entre le maximum de la Tige et le témoin.

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
Als. 22	1,3	Seigle	1,5	Seigle	1,2	Seigle	1,3
Bast. R.		Als. 22	1,4	Bast. R.		Bast. R.	
Orge	1,25	Bast. R.		Avoine	1,15	Vil. 27	1,2
Seigle	1,2	Orge	1,35	Orge	1,1	Orge	1,15
Avoine	1	Avoine	1,2	Als. 22		Avoine	1,1
Vil. 27		Vil. 27		Vil. 27	1,05	Als. 22	

Les conclusions à tirer de l'examen du premier tableau sont très nettes car pour tous les nitrates nous observons le même ordre des graines, l'avoine et l'orge étant celles dont la stimulation est la plus importante tandis que le seigle se montre réfractaire à l'action favorable des nitrates. Les 3 variétés de blé sont intermédiaires.

L'examen du premier tableau nous montre que pour la stimulation sur la racine on observe encore le même ordre décroissant d'action des nitrates soit : nitrate d'ammoniaque, nitrate de soude, nitrate de potasse et nitrate de chaux qui fut déjà observé dans l'étude de la toxicité, le plus toxique donnant la moindre stimulation maximum.

Dans le second tableau l'ordre des graines varie suivant les nitrates, on peut tout au plus avancer que le seigle et le Bastard de Rimpau sont les graines pour lesquelles l'allongement de la tige est le plus considérable et ceux dont la stimulation est à peine visible sont l'avoine pour tous les nitrates sauf le nitrate d'ammoniaque et le Vil-morin 27 sauf pour le nitrate de chaux.

L'ordre décroissant d'action stimulante est le suivant : nitrate d'ammoniaque, nitrate de soude, nitrate de chaux, nitrate de potasse qui lui encore a été observé dans l'étude de l'action toxique des nitrates sur la tige.

De l'examen des deux tableaux, il ressort que l'action stimulante est plus importante sur la racine, qui quelquefois a une longueur dépassant le double du témoin, tandis que sur la tige l'action stimulante est moins importante. En général les espèces qui sont les moins stimulées dépassent de très peu la longueur du témoin.

Les conclusions que nous avons tirées des tableaux mises à part il se dégage de nos observations sur l'aspect général des plantes les

conclusions suivantes :

Quelle que soit leur base, les nitrates ont donné aux feuilles une teinte verte très spéciale, qu'il convient d'attribuer à l'acide nitrique, mais cette particularité est beaucoup plus visible pour le nitrate de potasse et le nitrate de soude que pour le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de chaux. Le nitrate de potasse et le nitrate de soude donnent aussi à la feuille un luisant que ne possède pas le témoin.

Le nitrate de potasse donne la tige la plus longue et la mieux développée, avec la feuille la plus large.

Le nitrate d'ammoniaque qui, comme on l'a déjà vu, est le plus toxique tant pour la tige que pour les racines, donne des feuilles ternes, des racines ayant peu de radicelles et pour ainsi dire privées de poils absorbants, tandis que le nitrate de chaux, le moins toxique pour la racine, donne la plus grande longueur de cet organe, qui est aussi le mieux développé et pourvu de nombreuses radicelles et de poils absorbants très abondants.

Afin d'éviter des fastidieuses et inutiles répétitions nous n'avons par analysé l'action de chaque nitrate séparément sur les autres graines expérimentées. Nous avons groupé nos observations d'une façon succincte en donnant les principales manifestations de l'action des nitrates sur chacune des graines. Les symptômes d'intoxication que nous décrivons sont ceux qui sont visibles aux très fortes doses.

Nous donnons avec ces commentaires les tableaux qui sont bien plus éloquents et qui permettent de voir avec exactitude l'action des différents nitrates sur chacune des graines expérimentées.

LUZERNE

Témoin : Racine 35 Tige 20

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ‰	0	0	0	0	0	0	5	5
1 ‰	0	0	0	0	0	0	20	15
7,5 ‰	5	5	5	10	3	10	23	18
5 ‰	5	8	5	12	7	10	30	20
3 ‰	17	12	20	15	15	13	33	22
1 ‰	30	15	35	15	20	15	35	20
0,75 ‰	33	20	35	18	20	20	40	25
0,50 ‰	40	20	38	20	22	22	43	25
0,25 ‰	45	25	41	23	35	25	45	25
0,125 ‰	42	25	40	23	42	25	45	25
0,062 ‰	45	23	40	25	45	20	50	25
0,015 ‰	40	20	47	25	42	20	55	25
0,0075 ‰	35	20	50	25	35	20	45	20
0,0009 ‰	35	20	43	20	35	20	45	20

La luzerne est très sensible à l'action du nitrate d'ammoniaque, du nitrate de soude et du nitrate de potasse, et ne donne avec ces trois nitrates, ni racine ni tige jusqu'à 1%. Moins toxique que les 3 autres le nitrate de chaux à 2% a déjà donné une radicule et une tigelle dont l'arrêt du développement est immédiat; à 1% le nitrate de chaux a une action de beaucoup atténuée et donne une racine, qui, si elle est privée de radicules est néanmoins fine et souple; à cette dose la tige épaisse présente des folioles de couleur terne.

L'action toxique du nitrate de soude, du nitrate d'ammoniaque et du nitrate de potasse diminue à 7,5⁰/₁₀₀, les racines apparaissent mais restent courtes et épaisses et, sauf pour le nitrate de potasse, sont fortement brunies. Pour le nitrate de chaux la toxicité est considérablement diminuée et, à 5⁰/₁₀₀, nous atteignons déjà la dose indifférente pour la tige, tandis que la racine, beaucoup plus sensible à son action, ne le devient qu'à 1⁰/₁₀₀.

Le seuil de toxicité du nitrate de soude est à 0,75⁰/₁₀₀ pour la racine et la tige tandis qu'à l'égard du nitrate de potasse la racine est déjà insensible à 1⁰/₁₀₀, et que pour la tige l'action ne devient indifférente qu'à 0,50⁰/₁₀₀. Le nitrate d'ammoniaque est indifférent au développement de la tige à 0,75⁰/₁₀₀ tandis que la racine subit jusqu'à 0,25⁰/₁₀₀ son action nocive.

Les maximums d'action favorable ont lieu pour le nitrate de soude à 0,25⁰/₁₀₀ aussi bien pour la racine que pour la tige, pour le nitrate de potasse à 0,75⁰/₁₀₀, pour le nitrate d'ammoniaque le maximum pour la tige est à 0,062⁰/₁₀₀ alors que pour la racine il a lieu à 0,25⁰/₁₀₀.

Le maximum le plus important pour la racine est obtenu avec le nitrate de chaux à 0,015⁰/₁₀₀ tandis que celui de la tige, aussi faible que celui obtenu avec du nitrate d'ammoniaque a lieu à 0,75⁰/₁₀₀.

Les signes d'intoxication du nitrate de soude et aussi du nitrate de potasse visibles sur la racine de la luzerne sont un brunissement intense, et un épaissement sensible tandis que la tige est courte et d'un diamètre double et même triple des témoins.

Le nitrate d'ammoniaque donne des racines épaisses, brunies et effilées avec leur extrémité en spirale, la tige est plutôt chétive comparée à celle obtenue avec le nitrate de soude et le nitrate de potasse.

Le nitrate de chaux ne donne presque pas de symptômes d'intoxication sur la racine, tandis que la tige, un peu épaisse a des folioles fanées et ternes.

POIS

Le pois se comporte vis à vis des 4 nitrates à peu près de la même façon que le haricot: même action brutale à 3 et 2% de nitrate d'ammoniaque, de nitrate de soude et de nitrate de potasse et même résistance à l'égard du nitrate de chaux. Les doses indifférentes des 4

nitrates concordent à peu près, mais les concentrations qui produisent un effet favorable ne coïncident pas.

Témoin : Racine 58 Tige 38

Doses		NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
		RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3	‰	5	0	5	0	0	0	10	0
2	‰	10	0	12	8	0	0	24	10
1	‰	20	8	20	12	2	5	35	20
7,5	‰‰	20	11	28	15	7	5	40	25
5	‰‰	27	17	33	20	12	10	51	29
3	‰‰	33	20	45	20	12	13	55	32
1	‰‰	40	20	53	22	20	15	60	47
0,75	‰‰	45	24	60	27	23	15	68	55
0,50	‰‰	49	32	65	35	31	20	70	52
0,25	‰‰	60	35	70	45	40	22	76	50
0,125	‰‰	58	35	74	42	47	25	80	45
0,062	‰‰	68	40	80	40	62	27	90	38
0,015	‰‰	73	32	80	30	65	33	84	30
0,0075	‰‰	60	30	70	30	82	30	80	30
0,0009	‰‰	60	30	65	30	70	30	71	30

Le nitrate d'ammoniaque produit à 0,0075‰ une action stimulante sur la racine du pois, un peu inférieure à celle produite par le nitrate de chaux, mais son action sur la tige est très faible.

La racine du pois, contrairement à celle du haricot est plus sensible que la tige, et à l'inverse de ce qui sera observé pour le haricot c'est le nitrate de chaux qui donne le maximum de développement de la tige.

H A R I C O T

Le haricot est avec le pois la seule graine laissant apparaître une racine à 3‰, tandis que la tige sous l'action du nitrate d'ammoniaque et du nitrate de soude ne paraît pas encore à 2‰. Le nitrate de potasse et le nitrate de chaux à cette dose donnent une tigelle très courte dont le développement s'arrête aussitôt.

Le nitrate de chaux moins toxique que les autres nitrates est indifférent sur la racine à 5‰ et sur la tige à 3‰, avec le nitrate de potasse, la dose indifférente aussi bien sur la racine que sur la tige est à 0,75‰.

Le nitrate de soude n'agit plus sur la tige à 0,50‰ tandis que la racine est favorablement influencée jusqu'à 0,25‰.

Il faut aller jusqu'à la dose de 0,062‰ pour atteindre le seuil de toxicité du nitrate d'ammoniaque vis à vis de la tige du haricot, tandis que la racine plus sensible ne se libère de son action nocive qu'à 0,015‰. C'est un des seuils les plus bas que nous ayons rencontré.

Le nitrate de chaux donne le maximum le plus considérable pour la racine à la dose de 0,25‰, tandis que la tige la plus longue est obtenue avec 0,015‰ de nitrate de potasse; les autres nitrates donnent des maximums très peu sensibles: le nitrate de soude à 0,25‰ pour la tige et à 0,015‰ pour la racine, le nitrate de potasse à 0,015‰ pour la tige comme pour la racine, et enfin le nitrate d'ammoniaque dont la longueur maximum diffère à peine du témoin manifeste cette légère action favorable à 0,0075‰ pour la racine et pour la tige.

Témoin: Racine 72 Tige 85

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	5	0	10	0	0	0	23	0
2 ‰	8	0	15	12	0	0	30	12
1 ‰	16	15	28	20	7	10	42	25
7,5 ‰	25	25	36	35	12	18	55	43
5 ‰	38	40	45	42	15	35	70	68
3 ‰	42	58	48	51	17	47	74	85
1 ‰	55	70	67	77	22	54	77	85
0,75 ‰	60	80	70	85	26	60	85	92
0,50 ‰	63	86	74	88	33	60	96	88
0,25 ‰	71	95	80	90	40	66	100	95
0,125 ‰	70	90	83	93	43	72	92	91
0,062 ‰	78	90	90	90	65	83	85	95
0,015 ‰	90	85	95	107	73	90	77	85
0,0075 ‰	80	85	95	100	75	92	80	85
0,0009 ‰	70	85	82	96	75	85	76	85

Les manifestations d'intoxication du haricot sous l'action des 4 nitrates expérimentés sont très particulières. Avec le nitrate de soude aux fortes doses, les racines sont très courtes, présentent avant leur extrémité un anneau brunâtre, et s'épaississent jusqu'à atteindre 5 fois l'épaisseur du témoin, la tige elle aussi reste courte et trapue.

Sous l'action du nitrate de potasse les racines sont très épaisses à leur base et leur extrémité tend à se mettre en spirale, les tiges sont trapues et noueuses.

Le nitrate d'ammoniaque donne des racines brunissantes, épaisses à leur base, et effilées à leur extrémité qui est rigide et cassante, la tige très chétive est elle-même brune jusqu'aux 2/3 de sa hauteur.

La toxicité du nitrate de chaux, très atténuée vis à vis du haricot, lui permet, à 3‰ de donner des racines de 20 mm mais elles sont rigides, épaisses et finissent en massue. La tige ne présente d'autre symptôme d'intoxication que l'absence de folioles à 2‰, mais à 1‰ elle est déjà comparable au témoin.

Racine 30 Tige 20

TRÈFLE

Doses		NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
		RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3	‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2	‰	0	0	0	0	0	0	2	10
1	‰	0	0	0	0	0	0	12	20
7,5	‰‰	6	9	5	12	2	5	18	22
5	‰‰	5	12	8	15	5	5	20	25
3	‰‰	10	15	20	20	5	13	20	22
1	‰‰	25	15	29	20	15	20	25	25
0,75	‰‰	30	20	30	20	20	20	30	25
0,50	‰‰	33	20	30	20	26	22	32	25
0,25	‰‰	35	20	32	20	30	20	35	25
0,125	‰‰	37	33	35	22	33	22	35	25
0,062	‰‰	40	35	37	23	35	25	38	25
0,015	‰‰	30	20	40	25	30	20	40	25
0,0075	‰‰	30	20	35	25	30	20	30	25
0,0009	‰‰	30	20	30	20	30	20	30	20

Le nitrate de soude, le nitrate de potasse et le nitrate d'ammoniaque agissent sur le trèfle aussi brutalement que sur la luzerne arrêtant la germination jusqu'à 1‰. Beaucoup moins nocif le nitrate de chaux, s'il arrête la germination à 3‰, laisse apparaître à 2‰ une racine qui est arrêtée aussitôt apparue, alors que la tige présente déjà l'aspect du témoin mais elle est sensiblement plus petite. A 1‰ de nitrate de chaux la racine qui est visiblement allongée, présente cependant des symptômes d'intoxication, tandis que la tige, à cette dose ne subit plus l'action nocive du nitrate de soude.

A 7,5 et 5‰ le nitrate de soude, le nitrate de potasse et le nitrate d'ammoniaque agissent encore très brutalement aussi bien sur la racine que sur la tige alors que pour le nitrate de chaux, la tige est déjà maximum à 5‰.

A 0,75‰ le nitrate de soude est indifférent aussi bien pour le développement de la racine que pour celui de la tige, et le maximum d'action favorable de ce nitrate pour les deux organes a lieu à 0,052‰.

Le nitrate de potasse est indifférent à 3‰ pour la tige et à 1‰ pour la racine tandis que le maximum a lieu à 0,015‰ pour les deux organes.

Le dose indifférente de nitrate d'ammoniaque pour la tige est atteinte à 1‰ et pour la racine à 0,25‰. Les maximums sont atteints tous deux à 0,062‰ de nitrate d'ammoniaque.

Le nitrate d'ammoniaque est celui qui agit le plus brutalement à l'égard du trèfle, surtout aux fortes doses, mais par la suite son action s'atténue et son seuil pour la tige est plus haut que celui du nitrate de soude. Les maximums de longueur très peu importants surtout en ce qui

concerne ceux obtenus avec le nitrate d'ammoniaque différent peu du témoin.

Aux fortes doses le nitrate de soude manifeste sa toxicité vis à vis du trèfle en ce que sa racine est courte, très épaisse, brunie et privée de radicelles, mais ces symptômes d'intoxication diminuent peu à peu et disparaissent complètement à 1‰. La tige, jusqu'à 3‰ reste trapue et sans feuilles.

Le nitrate de potasse donne des racines courtes, épaisses, fragiles, et une tige trapue et noueuse.

Les symptômes d'intoxication que le nitrate d'ammoniaque provoque sur le trèfle sont très sérieux : jusqu'à 3‰ les racines sont courtes, brunies sur toute leur longueur, effilées et comme grillées à leur extrémité ; la tige est courte, chétive et souvent brune à sa base.

Les racines du trèfle sous l'action de 2‰ de nitrate de chaux s'épaississent et se mettent en croûte, et jusqu'à 1‰, restent courtes et sinueuses, tandis que la tige, atteinte de nanisme à 2‰ et présentant l'aspect du témoin en plus petit, redevient normale par la suite. Notons qu'en général les racines, aux fortes concentrations sont privées de radicelles et de poils absorbants, les tiges, elles, ont rarement des folioles aux mêmes doses.

CHANVRE

Témoin : Racine 50 Tige 30

Doses		NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
		RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3	‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2	‰	0	0	0	0	0	0	5	12
1	‰	0	0	3	0	0	0	15	25
7,5	‰‰	0	0	7	0	0	0	17	32
5	‰‰	0	0	15	30	0	0	25	40
3	‰‰	5	15	18	30	3	10	32	43
1	‰‰	8	21	15	35	10	12	50	55
0,75	‰‰	30	28	43	35	35	30	60	62
0,50	‰‰	46	38	60	46	48	32	66	65
0,25	‰‰	50	55	75	60	65	40	70	62
0,125	‰‰	55	45	67	55	60	40	73	63
0,062	‰‰	70	45	60	55	60	40	80	65
0,015	‰‰	57	38	55	40	50	38	72	53
0,0075	‰‰	54	33	52	38	50	30	58	42
0,0009	‰‰	50	30	50	35	50	30	56	35

Le chanvre extrêmement sensible à l'action du nitrate de soude et du nitrate d'ammoniaque ne donne avec ces deux nitrates ni racine, ni tige jusqu'à 5‰. Moins toxique le nitrate de potasse, à 1‰ donne une racine, mais la tige n'apparaît qu'à 5‰ où immédiatement elle atteint la longueur du témoin.

Le nitrate de chaux, le moins toxique des 4, arrête la germination à 3% mais permet déjà à 2% une radicelle et une tigelle très courtes et dont le développement est aussitôt arrêté.

A 7,5‰ de nitrate de chaux la tige ne subit plus l'action néfaste, tandis que le seuil de toxicité du même nitrate à l'égard de la racine est à 1‰.

Pour le nitrate de potasse le seuil de toxicité est à 5‰ pour la tige et entre 0,75 et 0,50‰ pour la racine. Le nitrate de soude ne produit plus d'action toxique sur la racine du chanvre à 0,25‰ et sur la tige à 0,75‰; les seuils de toxicité du nitrate d'ammoniaque sont à 0,75‰ pour la tige et 0,50‰ pour la racine.

Le maximum le plus considérable, aussi bien pour la racine que pour la tige est obtenu à 0,062‰ de nitrate de chaux, le nitrate de potasse et le nitrate d'ammoniaque produisent à 0,25‰ le maximum de leur action stimulante tant sur la racine que sur la tige du chanvre. Plus sensible à l'action utile du nitrate de soude, la tige du chanvre produit son maximum de développement à 0,25‰, la racine ne donne son maximum qu'à 0,062‰.

Les manifestations de la toxicité des 4 nitrates sont très différentes :

Sous l'action du nitrate de soude, de 3 à 1‰, les racines sont épaisses, brunies et se mettent en spirale, la tige, elle, à peine apparue présente déjà un aspect normal.

Le nitrate de potasse donne des racines épaisses, cassantes et contournées, mais la tige est ici aussi normale, aussitôt parue, mais elle ne paraît qu'à 5‰.

Le nitrate d'ammoniaque plus brutal que les autres ne donne qu'à 3‰ des racines filiformes et presque noircies, la tigelle chétive présente à sa base des traces de brunissement et ses folioles, à demi étalées, sont ternes et ridées.

Le nitrate de chaux donne à 2% des racines courtes et épaisses, qui aux plus faibles concentrations, restent épaisses, fragiles et sinueuses, mais présentent déjà à 7,5‰ de nombreuses radicelles. La tige a tendance à devenir noueuse et présente alternativement des zones fines et épaisses.

RADIS

Plus résistant que le chanvre, le radis ne donne à 3% ni tige ni racine pour aucun des nitrates expérimentés, à 2% sous l'action du nitrate de chaux il laisse paraître une radicule et une tigelle dont le développement est aussitôt arrêté.

A 1% il n'y a plus que le nitrate d'ammoniaque qui ait arrêté la germination tandis que les autres laissent croître plus ou moins la tige et la racine.

A 0,75‰ le nitrate de chaux est déjà indifférent sur la tige tandis que le nitrate de potasse, laissant à peine apparaître la radicelle permet

un notable développement de la tige. Les deux autres nitrates, très toxiques, arrêtent très vite le développement aussi bien de la racine que de la tige. A 5‰ nous atteignons le seuil de toxicité du nitrate de potasse à l'égard de la tige, alors que celui de la racine n'a lieu qu'à 0,75‰.

Témoin : Racine 60 Tige 47

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ‰	0	0	0	0	0	0	12	10
1 ‰	2	15	2	12	0	0	35	27
7,5 ‰	5	20	7	33	2	5	42	50
5 ‰	12	32	20	45	5	12	50	60
3 ‰	33	40	38	52	15	20	52	65
1 ‰	50	45	50	55	25	35	60	65
0,75 ‰	57	52	60	60	50	43	90	80
0,50 ‰	68	65	70	66	63	47	85	72
0,25 ‰	80	80	80	100	60	45	83	60
0,125 ‰	75	82	72	88	63	45	75	55
0,062 ‰	75	95	70	80	65	49	70	55
0,015 ‰	70	60	64	53	60	48	66	50
0,0075 ‰	60	45	60	45	60	48	60	45
0,0009 ‰	60	45	60	45	63	45	60	45

Pour le nitrate de soude les seuils pour la racine et la tige sont relativement rapprochés : respectivement 0,75‰ et 1‰; pour le nitrate d'ammoniaque il faut arriver jusqu'à 0,50‰ pour atteindre les seuils de toxicité pour la tige aussi bien que pour la racine.

Le nitrate de potasse donne le développement maximum pour la tige à la dose de 0,25‰, cette même dose donne un maximum moins important pour la racine.

Le nitrate de soude donne la stimulation maximum à 0,25‰ pour la racine et à 0,062‰ pour la tige.

En ce qui concerne le nitrate d'ammoniaque on ne peut parler d'action favorable, car on ne peut ainsi qualifier la très légère augmentation de la longueur de la racine et aussi de la tige que nous avons observée à 0,062‰.

Le nitrate de chaux donne à 0,75‰ une stimulation pour la tige et aussi pour la racine qui est la plus longue des 4.

Le nitrate de soude manifeste sa toxicité à l'égard du radis en brunissant fortement ses racines à leur extrémité, tandis que la tige trapue et mal développée à 1‰, prend déjà un aspect normal à 7,5‰.

Le nitrate de potasse n'a pas d'autre influence sur la tige que de l'écourter aux fortes doses, tandis que les symptômes d'intoxication sur les racines sont beaucoup plus visibles, elles restent courtes et se mettent en crosse ou s'épaississent et présentent un bourrelet à leur extrémité.

Avec le nitrate d'ammoniaque jusqu'à 1% les racines n'apparaissent pas; à 1⁰/₁₀₀ elles sont encore épaisses, fortement brunies avec leur extrémité effilée. La tige est chétive avec des folioles non étalées et fanées.

Le nitrate de chaux donne des racines courtes et très épaisses à leur extrémité, tandis que la tige est courte et trapue avec des folioles non étalées.

LENTILLE

Témoin: Racine 35 Tige 26

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ‰	0	0	0	0	0	0	7	12
1 ‰	5	0	5	5	0	0	27	35
7,5 ‰	5	0	5	10	0	0	45	50
5 ‰	7	10	10	10	5	8	51	50
3 ‰	12	10	33	22	7	8	58	46
1 ‰	29	15	40	25	10	12	66	52
0,75 ‰	45	20	42	30	25	17	85	55
0,50 ‰	42	25	45	37	38	30	82	55
0,25 ‰	40	25	50	50	55	40	70	45
0,125 ‰	38	32	45	42	48	40	74	41
0,062 ‰	40	40	45	40	40	35	70	45
0,015 ‰	40	30	40	35	35	30	75	40
0,0075 ‰	35	25	35	25	35	25	50	30
0,0009 ‰	35	25	35	25	35	25	40	30

Le nitrate de soude, le nitrate de potasse et le nitrate d'ammoniaque à 3 et 2% ne permettent ni à la racine ni à la tige de paraître.

Le nitrate de chaux, au contraire, si à 3% il arrête la germination, jouit par la suite d'une toxicité très atténuée puisque le seuil de toxicité pour la tige se trouve déjà entre 2 et 1% tandis qu'il est, pour la racine, entre 1% et 7,5⁰/₁₀₀.

Le nitrate d'ammoniaque, le plus toxique des 3 premiers, ne permet ni l'apparition de la tige, ni celle de la racine jusqu'à 7,5⁰/₁₀₀ tandis que le nitrate de soude s'il ne permet pas à la tige de paraître laisse voir cependant une très courte radicule. A la même dose le nitrate de potasse donne une tige et une racine dont le développement est bientôt arrêté.

Le nitrate de soude présente à 1⁰/₁₀₀ une racine qui est un peu plus courte que le témoin, cependant cette dose doit être prise comme seuil de toxicité car la suivante donne déjà le maximum de développement pour le nitrate de soude, la tige n'est plus influencée à 0,50⁰/₁₀₀ tandis que son maximum est atteint à 0,062⁰/₁₀₀.

Le nitrate de potasse possède une très légère action toxique

sur la racine à $3^{0/00}$ cependant cette dose constitue le seuil de toxicité pour cet organe. Pour la tige la dose indifférente de nitrate de potasse est celle de $1^{0/00}$. Les maximums tant pour la racine que pour la tige sont atteints à $0,25^{0/00}$ de nitrate de potasse.

A $0,50^{0/00}$ on n'observe aucune action du nitrate d'ammoniaque ni sur la racine ni sur la tige de la lentille et la dose suivante c'est à dire $0,25^{0/00}$, est celle qui donne le maximum de développement pour les 2 organes.

Les maximums les plus considérables sont obtenus avec le nitrate de chaux à $0,75^{0/00}$ tant pour la racine que pour la tige.

Les symptômes d'intoxication de la lentille sous l'action du nitrate de soude sont nets. Les racines sont courtes, brunissent et présentent à leur extrémité un bourrelet. La tige est chétive et les folioles non étalées.

Le nitrate de potasse, s'il n'apporte pas de grandes variations sur la racine donne cependant lieu à un cas très intéressant:

A $0,75^{0/00}$ de nitrate de potasse, dans 3 essais que nous avons effectués pour contrôle, dans des conditions identiques, nous avons noté que les 40% des sujets expérimentés, au lieu d'une tige en ont 2 et même 3 partant d'un même point mais indépendantes les unes des autres, c'est-à-dire que si l'on supprime l'une d'elles les autres continuent à croître. Elles ont toutes étalé leurs folioles et possèdent chacune un diamètre égal à celui du témoin. Les grains n'ayant pas donné de tiges supplémentaires présentent à leur place 2 ou 3 petits bourgeons de la grosseur d'une tête d'épingle.

Le nitrate d'ammoniaque dont la toxicité est partout très grande donne des racines très courtes, très épaisses et corrodées à leur extrémité qui finit brusquement en bourrelet. Les tiges sont courtes, chétives et sinueuses.

Le nitrate de chaux donne des racines épaisses, rigides et cassantes mais sans trace de brunissement, elles présentent cependant à 1% un allongement net et sont relativement souples.

NAVET

Comme pour la lentille, la germination est complètement arrêtée à 3 et 2% pour tous les nitrates sauf le nitrate de chaux qui à cette dernière dose donne une racine et une tige qui restent très courtes.

A 1% le nitrate d'ammoniaque continue à empêcher la tige et la racine de paraître, tandis que le nitrate de potasse et le nitrate de soude, s'ils donnent une tigelle très courte et dont le développement est arrêté aussitôt, ne donnent pas de racine. Le nitrate de chaux, de beaucoup moins toxique, permet à la racine d'atteindre la moitié de la longueur du témoin.

Jusqu'à $3^{0/00}$ la toxicité diminue pour tous les nitrates, et à cette dernière dose on atteint le seuil de toxicité du nitrate de po-

tasse à l'égard de la tige, celui de la racine étant à 1‰. A cette dernière dose le nitrate de soude est indifférent sur la tige du navet, tandis que son seuil de toxicité est à 0,25‰ pour la racine; le nitrate d'ammoniaque à cette dose est indifférent aussi bien pour la racine que pour la tige.

Témoin : Racine 37 Tige 32

Doses		NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
		RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3	‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2	‰	0	0	0	0	0	0	3	10
1	‰	3	0	5	0	0	0	10	17
7,5	‰ ₀₀	5	7	10	15	2	5	15	20
5	‰ ₀₀	5	21	10	22	2	5	20	25
3	‰ ₀₀	12	18	20	30	5	12	22	22
1	‰ ₀₀	20	30	35	44	13	15	27	25
0,75	‰ ₀₀	20	30	35	53	20	20	30	31
0,50	‰ ₀₀	32	38	38	62	22	26	37	33
0,25	‰ ₀₀	35	40	42	65	38	30	35	30
0,125	‰ ₀₀	45	35	40	56	35	32	38	35
0,062	‰ ₀₀	50	40	45	50	40	30	40	35
0,015	‰ ₀₀	45	35	50	40	40	35	35	35
0,0075	‰ ₀₀	37	30	45	38	38	32	35	30
0,0009	‰ ₀₀	37	30	35	30	35	35	35	30

Le nitrate de chaux n'agit plus à 0,75‰ sur la tige du navet et à 0,50‰ sur sa racine.

Malgré sa toxicité notablement plus atténuée, le nitrate de chaux donne à 0,052‰ des maximums, qui, aussi bien pour la racine que pour la tige, sont très peu différents du témoin, ceux du nitrate d'ammoniaque atteints à 0,15‰ sont identiques à ceux du nitrate de chaux.

Le nitrate de soude à 0,052‰ et le nitrate de potasse à 0,015‰ donnent les racines les plus longues, et le nitrate de potasse à 0,25‰ donne le maximum le plus considérable pour la tige qui est alors double du témoin.

Le nitrate de soude et le nitrate de potasse, produisent les mêmes symptômes d'intoxication sur le navet, les racines sont brunies, épaisses et présentent à leur extrémité un bourrelet plus intensément bruni que le reste de la racine. Les tiges, à part l'écourtement qui disparaît très vite, ne présentent pas d'autres symptômes d'intoxication et par la suite acquièrent très vite un diamètre supérieur à celui du témoin.

Le nitrate d'ammoniaque brunit les racines, qui sont effilées sur toute leur longueur, tandis que la tigelle, fragile est souvent entièrement brunie.

Avec le nitrate de chaux la racine du navet est épaisse et rigide et brunie à son extrémité, tandis que la tige est chétive avec des folioles non étalées.

LIN

Témoin : Racine 60 Tige 45

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ‰	0	0	0	0	0	0	12	20
1 ‰	5	0	3	15	0	0	30	40
7,5 ‰	3	10	5	15	0	5	37	43
5 ‰	8	15	10	20	3	12	55	45
3 ‰	22	30	38	43	18	20	58	47
1 ‰	30	45	60	50	30	30	60	50
0,75 ‰	50	60	70	53	45	35	65	50
0,50 ‰	58	60	72	60	50	38	67	52
0,25 ‰	65	55	75	65	60	40	70	55
0,125 ‰	73	58	75	56	60	47	78	52
0,062 ‰	80	55	70	60	65	50	90	55
0,015 ‰	72	45	65	45	65	45	75	50
0,0075 ‰	60	45	65	45	60	45	70	45
0,0009 ‰	60	45	60	45	60	45	65	45

Le lin à 3‰ ne donne ni tige ni racine sauf avec le nitrate de chaux.

A 1‰ nitrate de soude donne une tige mais pas de racine, le nitrate de potasse et le nitrate de chaux donnent une tige et une racine, tandis que le nitrate d'ammoniaque arrête, à cette dose, totalement la germination. A 7,5‰ ce nitrate ne donne qu'une tige dont le développement est aussitôt arrêté. A cette dernière dose le nitrate de chaux est déjà indifférent au développement de la tige du lin tandis que son seuil de toxicité à l'égard de la racine est à 3‰.

Le nitrate de soude est indifférent à 1‰ sur la tige et à 0,50‰ sur la racine.

Moins toxique, le nitrate de potasse a des seuils plus hauts puisqu'il ne produit aucune action sur la tige à 3‰ et sur la racine à 1‰.

Le nitrate d'ammoniaque le plus toxique, ne devient indifférent qu'à 0,25‰ pour la tige et à 0,125‰ pour la racine.

Le nitrate de soude, quoique le plus toxique après le nitrate d'ammoniaque donne cependant déjà à 0,75‰ son maximum au développement de la tige.

Le nitrate de potasse à 0,25‰ donne le maximum des deux organes, celui de la tige étant le plus important de ceux obtenus avec les 4 nitrates. Tous les autres maximums sont obtenus à 0,062‰ où le nitrate de chaux donne la plus grande longueur pour la racine.

Le lin sous l'action du nitrate de soude donne des racines épaisses, rigides et quelquefois brunies, la tige par contre est très vigoureuse quoique très courte.

Le nitrate de potasse provoque une rigidité de la tige du lin qui est trapue, mais avec des folioles normales; les racines sont épaisses mais ne brunissent pas.

Les racines du lin, sous l'action du nitrate d'ammoniaque sont courtes et brunies sur toute leur longueur. Sous l'action de ce nitrate la tigelle est très chétive et écourtée.

Le nitrate de chaux ne donne d'autre symptôme qu'un épaississement de la racine.

CHOU

Témoin : Racine 40 Tige 25

Doses	NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE	RACINE	TIGE
3 ‰	0	0	0	0	0	0	0	0
2 ‰	0	0	0	8	0	0	0	8
1 ‰	0	15	0	10	0	0	15	20
7,5 ‰	5	17	5	20	0	8	27	17
5 ‰	15	20	10	25	3	10	35	20
3 ‰	20	23	30	30	5	15	41	25
1 ‰	28	27	36	30	10	15	45	30
0,75 ‰	35	30	45	35	12	15	55	50
0,50 ‰	42	35	45	35	20	18	50	43
0,25 ‰	45	40	45	35	25	20	50	40
0,125 ‰	50	32	50	45	38	27	50	35
0,062 ‰	55	35	50	50	50	35	55	35
0,015 ‰	50	35	55	40	40	30	50	30
0,0075 ‰	45	25	52	25	45	30	46	25
0,0009 ‰	40	25	40	25	40	25	40	25

A 3‰ la germination est totalement arrêtée; à 2‰ aucun des nitrates ne permet au chou de donner des racines, mais le nitrate de potasse et le nitrate de chaux donnent des tigelles très courtes.

A 1‰ seul le nitrate de chaux donne une racine.

A 7,5‰ le nitrate d'ammoniaque ne permet pas encore à la racine de paraître tandis que la tige, sous l'influence de ce nitrate commence à pointer.

La racine aussi bien que la tige du chou sont indifférentes à l'action de 3‰ de nitrate de chaux.

A cette même dose de nitrate de soude, la tige du chou moins sensible à son action la supporte indifféremment; plus sensible, la racine est à peine libérée de son influence à 0,50‰.

Le nitrate d'ammoniaque possède une action toxique sur le chou jusqu'à 0,125‰ dose pour laquelle il est indifférent tant pour la racine que pour la tige.

Les maximums sont à 0,75‰ pour le nitrate de chaux, 0,062‰ pour le nitrate d'ammoniaque. Le nitrate de soude donne le maximum

de la tige à 0,25⁰/₀₀ et de la racine à 0,062⁰/₀₀. Le nitrate de potasse, qui donne des maximums aussi considérables que ceux du nitrate de chaux possède l'action stimulante la plus considérable à la dose de 0,052⁰/₀₀ pour la tige et 0,015⁰/₀₀ pour la racine.

Le nitrate de soude ne produit aucune intoxication de la tige mais les racines sont plutôt rigides, quelquefois brunies et légèrement épaisses.

Avec le nitrate de potasse la racine est courte et sinueuse mais sans trace de brunissement. La tigelle est courte et trapue.

Le nitrate d'ammoniaque produit sur le chou des symptômes très visibles: les racines sont plus ou moins épaisses à leur base et leur extrémité est effilée, rigide et très fortement brunie.

Le nitrate de chaux ne donne presque pas de symptômes d'intoxication si ce n'est un très léger épaississement de la tige.

Conclusion.—Comme il a déjà été fait pour la germination nous tirerons pour la croissance des conclusions particulières pour les espèces autres que les céréales.

Racines: Seuils de toxicité:

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
Pois	0,12 ⁰ / ₀₀	Chanvre	0.5-0,75	Haricot	0,015 ⁰ / ₀₀	Navet	0,50 ⁰ / ₀₀
Haricot	0,25 ⁰ / ₀₀	Haricot	0,75 ⁰ / ₀₀	Pois	0,062 ⁰ / ₀₀	Trèfle	0,75 ⁰⁰ / ₀₀
Chanvre	0,25 ⁰ / ₀₀	Radis		Chou	0, 12 ⁰ / ₀₀	Chanvre	1 ⁰ / ₀₀
Navet	0,25 ⁰ / ₀₀	Pois	1 ⁰ / ₀₀	Luzerne	0, 25 ⁰ / ₀₀	Radis	
Lin	0,50 ⁰ / ₀₀	Luzerne		Trèfle		Pois	3 ⁰ / ₀₀
Chou		Trèfle	0,50 ⁰ / ₀₀	Navet	0, 50 ⁰ / ₀₀	Luzerne	
Luzerne	0,50 ⁰ / ₀₀	Navet		Lin		Chou	5 ⁰ / ₀₀
Trèfle		Lin	3 ⁰ / ₀₀	Chanvre		Haricot	
Radis	1 à 0,75	Chou		Radis	1.7,5 ⁰ / ₀₀	Lentille	1.7,5 ⁰ / ₀₀
Lentille		Lentille		Lentille			

Ordre de toxicité des nitrates:

Nitrate d'ammoniaque: est le plus toxique pour toutes les racines sauf pour celles du chanvre où il cède sa place au nitrate de soude. Le seuil du nitrate d'ammoniaque vis à vis de la racine la plus sensible (haricot) est à 0,015⁰/₀₀ celui pour la plus résistante (lentille) à 0,50⁰/₀₀.

Nitrate de soude:

Le nitrate de soude possède après le nitrate d'ammoniaque l'action la plus néfaste; sur le chanvre elle est même plus toxique que celle du nitrate d'ammoniaque, elle est égale à celle de ce dernier sur la racine du navet. La racine la plus sensible (pois) subit son action nocive jusqu'à

0,12⁰/₀₀, tandis que celle de la lentille, la plus résistante n'est plus influencée de 1 à 0,75⁰/₀₀.

Nitrate de potasse : Le nitrate de potasse moins toxique que le nitrate de soude, ne possède une action égale à celle de celui-ci qu'à l'égard des racines du radis. Il est plus toxique que le nitrate de chaux sur les racines de toutes les graines sauf celles du trèfle et du navet à l'égard desquelles il est le moins toxique des 4 nitrates. La racine du chanvre est la plus sensible à l'action du nitrate de potasse dont le seuil est entre 0,50 et 0,75⁰/₀₀. La lentille est la plus résistante et supporte sans dommage 3⁰/₀₀.

Nitrate de chaux : Le nitrate de chaux est celui des nitrates ayant produit l'action la moins empêchante sur toutes les racines, celles du navet et du trèfle exceptées. Le premier subit encore son action nocive à 0,5⁰/₀₀ tandis que la lentille ne trahit plus aucune action défavorable aux environs de 1⁰/₀. Ce dernier est, de tous les nitrates le seuil le plus élevé que nous ayons observé vis à vis de la racine.

Ordre de sensibilité des graines :

On peut admettre à priori que la sensibilité des racines d'une même graine est différente suivant le nitrate envisagé.

Ainsi vis à vis du nitrate de soude la racine du pois est le plus longtemps sensible. le seuil étant à 0,12⁰/₀₀ suit le haricot, le chanvre et le navet tandis que la lentille qui n'est plus influencée de 1 à 0,75⁰/₀₀ supporte le mieux son action, suivie de la luzerne, du trèfle et du radis. (rapport des seuils 1 à 6 ou 1 à 8).

Les racines du chanvre sont les plus sensibles à l'action du nitrate de potasse suivies du haricot, du pois et du radis, alors que la lentille se distingue encore comme la plus résistante. Les autres graines jouissent toutes de la même sensibilité (rapport des seuils 1 à 6 ou 1 à 4).

Vis à vis du nitrate d'ammoniaque ce sont les racines du haricot qui sont les plus sensibles suivies de celles du pois et du chou. La lentille, le radis et le chanvre possèdent les racines les moins sensibles à l'action du nitrate d'ammoniaque. (Rapport des seuils 1 à 33).

Le navet possède les racines les plus sensibles à l'action du nitrate de chaux, viennent ensuite celles du trèfle; par contre celles du haricot et de la lentille s'avèrent de beaucoup les plus résistantes. (Rapport des seuils 1 à 20 ou 1 à 15).

On voit que les racines de la lentille sont les plus résistantes quel que soit le nitrate envisagé.

Tige : Seuils de toxicité.

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
Haricot	} 0,50 ^{0/100}	Haricot	} 0,75 ^{0/100}	Haricot	} 0,062 ^{0/100}	Navet	0,75 ^{0/100}
Pois		Pois		Pois		Haricot	3 ^{0/100}
Lentille		Luzerne		Lin		Chou	5 ^{0/100}
Luzerne	} 0,75 ^{0/100}	Lentille	} 1 ^{0/100}	Chou	} 0,12 ^{0/100}	Luzerne	5 ^{0/100}
Trèfle		Trèfle		Navet		Pois	5 ^{0/100}
Chenvre		Navet		Lentille		Chenvre	7,5 ^{0/100}
Radis	} 1 ^{0/100}	Lin	} 3 ^{0/100}	Radis	} 0,50 ^{0/100}	Radis	7,5 ^{0/100}
Navet		Chenvre		Luzerne		Lin	1 ^{0/100}
Lin		Radis		Chenvre		Trèfle	1 ^{0/100}
Chou	3 ^{0/100}	Chou	5 ^{0/100}	Trèfle	1 ^{0/100}	Lentille	1-2 ^{0/100}

Ordre de toxicité des nitrates :

Nitrate d'ammoniaque : Le nitrate d'ammoniaque est le plus toxique pour toutes les graines expérimentées sauf pour le trèfle. La tige la plus sensible (haricot) subit son action toxique jusqu'à 0,052^{0/100}. La plus résistante (trèfle) s'en libère à 1^{0/100}.

Nitrate de soude : La toxicité du nitrate de soude n'est supérieure à celle du nitrate d'ammoniaque qu'à l'égard de la tige du trèfle, elle lui est égale vis à vis de la luzerne, de la lentille, du lin et du chanvre. Le seuil à l'égard de la tige la plus sensible (haricot) est à 0,50^{0/100}, pour la plus résistante il est à 3^{0/100} (chou).

Nitrate de potasse : La toxicité du nitrate de potasse est toujours inférieure à celle du nitrate de soude, sauf pour la luzerne vis à vis de laquelle les 2 nitrates jouissent de la même toxicité, et pour le navet et le chou où sa toxicité est inférieure à celle du nitrate de chaux. Son seuil vis à vis de la tige du haricot la plus sensible à son action est à 0,75^{0/100}, pour la plus résistante (chou) il est à 5^{0/100}.

Nitrate de chaux : Le nitrate de chaux est le moins toxique sur les tiges de toutes les graines, celles du navet et du chou exceptées. Son seuil vis à vis du navet est à 0,75^{0/100}, la tige de la lentille la plus résistante supporte indifféremment 1 à 2%. De même que la racine, la tige de la lentille supporte le

mieux l'action du nitrate de chaux et le seuil de ce nitrate pour cette tige est le plus élevé que nous ayons observé en solution.

Ordre de sensibilité des graines :

Les tiges du haricot, du pois et de la lentille sont le plus longtemps sensibles à l'action du nitrate de soude, suivies de la luzerne du trèfle et du chanvre. Le chou possède la tige la plus résistante. (Rapport des seuils 1 à 6).

De même que pour le nitrate de soude le haricot, le pois, la luzerne et la lentille ont la tige la plus sensible à l'action du nitrate de potasse, et la tige du chou supporte le mieux son action, (Rapport des seuils 1 à 7).

Vis à vis du nitrate d'ammoniaque les tiges du haricot et du pois sont encore les plus longtemps affectées, viennent ensuite le lin et le chou, puis le navet. La tige du trèfle résiste par contre le mieux à son action. (Rapport des seuils 1 à 16).

Le navet possède la tige la plus sensible à l'action du nitrate de chaux. Le haricot, le chou et le pois viennent ensuite; la lentille est avec le trèfle celle dont la tige est la plus résistante. (Rapport des seuils 1 à 20 environ).

Les tiges du haricot et du pois figurent parmi les plus sensibles à l'action des 4 nitrates.

Pour mesurer l'intensité de la stimulation obtenue des nitrates sur les racines et les tiges des différentes graines, nous avons de même que pour les céréales, fait le quotient de la longueur maximum obtenue pour ces deux organes par leur témoin respectif.

Nous relevons les résultats dans les tableaux suivants :

Rapport entre le maximum de la racine et le témoin :

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
Chanvre	1,4	Chanvre	1,5	Lentille	1,6	Lentille	2,4
Chou		Luzerne		Pois	1,4	Chanvre	1,6
Trèfle		Chou	1,4	Chanvre	1,3	Luzerne	
Pois		Lentille		Luzerne		Pois	1,55
Luzerne	1,3	Pois	1,35	Chou	1,25	Lin	1,5
Radis		Trèfle		Trèfle	1,1	Radis	
Lentille		Radis	1,3	Radis		Chou	1,4
Navet		Navet		Navet		Haricot	
Lin		Haricot		Lin		Trèfle	1,3
Haricot	1,2	Lin	1,25	Haricot	1	Navet	1,1

Rapport entre le maximum de la tige et le témoin :

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
Radis	2	Radis	2,1	Chou	1,4	Chanvre	2,2
Chanvre	1,8	Lentille	}	Lentille	}	Lentille	2,1
Chou	1,6	Navet		Chanvre	1,3	Chou	}
Pois	1,4	Chou		Luzerne	}	Pois	2
Trèfle	1,5	Chanvre		Trèfle	1,25	Radis	1,8
Lentille	}	Pois	1,6	Pois	1,2	Luzerne	}
Lin	1,3	Lin	1,5	Navet	}	Trèfle	1,25
Luzerne	1,25	Haricot	1,3	Lin	1,1	Lin	1,2
Navet	1,2	Luzerne	}	Haricot	}	Navet	}
Haricot	1,1	Trèfle	1,25	Radis	1	Haricot	1,1

Contrairement à ce qui a été observé pour les céréales, la tige, pour les autres graines expérimentées profite plus que la racine de l'action utile des nitrates. Par ailleurs la variation des rapports de l'organe le plus sensible à cette action favorable à celui qui en profite le moins est plus considérable pour la tige que pour la racine.

Les racines du chanvre et de la lentille se distinguent comme étant les plus sensibles à l'action favorable des nitrates. Alors que le lin et le haricot s'y sont montrés réfractaires.

Pour les tiges on retrouve le chanvre et la lentille toujours les plus favorablement influencées, le radis l'est aussi, pour le nitrate d'ammoniaque excepté. Le haricot et le lin sont ici parmi les plus réfractaires à cette action.

En thèse générale on peut admettre que la graine la plus sensible à l'action nocive d'un nitrate est ordinairement celle envers laquelle l'action favorable de ce même nitrate est la moins considérable et réciproquement la graine qui résiste le mieux à l'action toxique d'un nitrate est aussi la plus stimulée.

On notera que les racines et les tiges sur lesquelles l'action favorable des nitrates est la moindre, différent peu du témoin et même quelquefois, dans le nitrate d'ammoniaque, ont une longueur maxima égale à celle de ce dernier.

Conclusion Générale des essais en Solutions : Dans les essais des nitrates en solutions, sur les graines expérimentées deux éléments sont à considérer :

- 1) La toxicité propre à chaque nitrate.
- 2) Le comportement particulier aux graines (en germination d'abord, en végétation ensuite).

En thèse générale tous les nitrates sauf le nitrate de chaux sont antibiotiques à 3%, ils sont tous très nuisibles à la germination aussi bien qu'au début de la croissance jusqu'à 1%.

Les dilutions supérieures à 0,0150/100 semblent tout au moins pour la durée de nos expériences, ne plus exercer d'action, tant sur la ger-

mination que sur la végétation.

Des 4 nitrates expérimentés soit : nitrate de soude, de potasse, d'ammoniaque et de chaux, qu'il s'agisse de la germination ou de la végétation le nitrate d'ammoniaque est de loin le plus toxique des 4, suivi du nitrate de soude; alors que le nitrate de chaux est le moins toxique mais il cède quelquefois sa place au nitrate de potasse.

Le seul critérium de la toxicité que nous possédions pour comparer l'action des nitrates sur la germination à celle sur la croissance réside dans la comparaison de leur seuil de toxicité. Nous référant à lui nous pouvons conclure que le grain en germination est généralement moins sensible à l'action des nitrates que la plantule issue de ce grain. De plus, dans la plantule la tige offre une plus grande résistance que la racine à l'action néfaste des nitrates.

L'action des nitrates sur la germination se manifeste par un arrêt total ou un retard plus ou moins prononcé qui se traduit par des différences numériques. Par contre leur influence sur le début de la croissance se manifeste par des symptômes aussi bien d'intoxication aux fortes concentrations, que d'action utile aux doses diluées très particuliers et qui diffèrent d'un nitrate à l'autre.

Il est intéressant de noter les différentes manifestations de la toxicité de chaque nitrate:

- Nitrate de soude : Le nitrate de soude épaissit les racines. Cet épaississement est accompagné quelquefois de brunissement; la tige, elle-même, s'épaissit aux fortes doses. Mais pour les doses plus diluées, son action est bienfaisante sur la feuille qui se développe mieux, est plus large, plus souple, et d'un luisant que ne donne aucun autre nitrate.
- Nitrate de potasse : Le nitrate de potasse épaissit les racines moins cependant que le nitrate de soude. Comme celles ayant subi l'action de ce dernier elles sont fragiles et sans souplesse; sous son action la tige elle-même s'épaissit, mais cet organe profite le plus des doses diluées de nitrate de potasse.
- Nitrate d'ammoniaque : Le nitrate d'ammoniaque brunit aux fortes doses les racines et souvent la tigelle à sa base. Sous son action les plantules deviennent chétives. Le nitrate d'ammoniaque présente la caractéristique de ne presque jamais permettre le développement de poils absorbants, et de donner lieu à des feuilles plus ou moins fanées.

Nitrate de chaux : Les racines s'épaississent sous l'action de fortes doses de nitrate de chaux et sont cassantes, mais ne présente jamais de brunissement. Aux plus fortes dilutions le nitrate de chaux a donné le meilleur développement des racines et des poils absorbants très nombreux.

Tous les nitrates quelle que soit leur base (spécialement les nitrates de soude et de potasse) donnent aux feuilles une coloration particulière (vert foncé) qu'il convient d'attribuer à l'acide nitrique.

Les résultats que nous avons obtenus dans les essais sur la germination montrent le nitrate de chaux comme étant le nitrate qui produit l'action la moins toxique aux fortes doses et aussi l'action stimulante la plus considérable aux plus faibles concentrations.

Ce dernier fait renforce la thèse généralement admise sur l'utilité de l'ion calcium pendant la période germinative. Nous remarquons, ce qui est important, que le poids moléculaire des nitrates n'a aucun rapport avec leur toxicité : le nitrate d'ammoniaque (80) est beaucoup plus toxique que les nitrates de soude (85), de potasse (91), et de chaux (164).

Cependant il semble y avoir une corrélation entre la réaction des nitrates et leur toxicité, la plus grande action toxique observée correspond à un nitrate à réaction acide ou tendant à l'acidité (nitrates d'ammoniaque et de soude) et la moindre action toxique correspond aux nitrates à réaction alcaline (nitrates de chaux et de potasse).

ACTION SUR LA GERMINATION DES SEMENCES D'UN CONTACT DIRECT AVEC LES NITRATES

Il peut arriver dans le sol qu'à la suite d'un épandage défectueux le grain se trouve dans une zone au contact direct des nitrates. Il est intéressant de voir dans ce cas pour quelle durée de contact la graine est tuée, et comment se comportent les différentes graines dans des conditions identiques.

Nous avons réalisé ces conditions de contact des semences avec le nitrate en plaçant du blé Alsace 22, de l'avoine, orge, seigle, chou radis, lin, chanvre, trèfle, haricot et pois dans de petits cristallisoirs et recouvert ces graines de nitrate de soude, de potasse, d'ammoniaque et de chaux, tous finement broyés. Le tout a été ensuite exposé à l'air au laboratoire.

Le nitrate de chaux, très hygroscopique absorbe de l'humidité et se liquéfie; au bout de 3 ou 4 jours on voit la graine nager dans un liquide visqueux. Le nitrate d'ammoniaque, moins avide d'eau ne se liquéfie pas, mais il est fortement imbibé. Le nitrate de potasse, le

moins hygroscopique des 4 nitrates s'est à peine pris en masse.

Nous avons effectué un prélèvement après 24 heures puis d'autres s'échelonnant de 3 jours à 6 mois ou même 2 ans de contact.

Nous n'avons été guidé dans nos prélèvements que par la sensibilité manifestée par les différentes graines.

Celles-ci prélevées au nombre de 50 chaque fois, n'ont pas été rincées à l'eau, mais placées dans des germoirs sur du papier buvard humide.

Après 24 heures de contact, les graines ayant subi l'action du nitrate de chaux et du nitrate d'ammoniaque sont gonflées et leur tégument brunit fortement.

En général pour toutes les graines essayées, et quelle que soit la durée de contact, le nitrate de potasse est le moins toxique avec le nitrate de soude, tandis que le nitrate de chaux et le nitrate d'ammoniaque jouissent d'un pouvoir toxique très grand.

L'action de ces 4 nitrates étant à peu près comparable deux par deux, nous les traiterons dans cet ordre :

Haricot. Le nitrate de chaux et le nitrate d'ammoniaque sont également toxiques vis à vis du haricot dont ils tuent les graines après un contact de 3 semaines. L'action nocive du nitrate de chaux se manifeste la première : après un contact de 5 jours la germination est diminuée dans une proportion de 30%.

Pois. Le pois aussi sensible que le haricot à l'action du nitrate de chaux, supporte beaucoup mieux celle du nitrate d'ammoniaque, qui laisse germer les 60% des graines après 52 jours de contact.

Chauvre. Le chauvre est très affecté par le nitrate de chaux qui tue ses fonctions diastasiques pour une durée de contact supérieure à 15 jours. Déjà après 4 jours la germination se fait très mal. Le nitrate d'ammoniaque est moins toxique : il permet à la presque totalité des grains de germer après 4 jours de contact. Mais au bout de 3 semaines son action est mortelle.

Radis. Le radis jouit à l'égard du nitrate d'ammoniaque d'une très grande sensibilité puisqu'il est tué après un contact d'une semaine et sa germination est diminuée de 60% après 4 jours.

Vis à vis du nitrate de chaux sa sensibilité est notablement plus atténuée : la germination a encore lieu dans une proportion de 20% après un mois, mais les graines sont tuées après 6 semaines de contact.

Lin. Le lin de même que le radis, subit une action très nocive, au contact du nitrate d'ammoniaque, qui empêche la germination de se produire dès que la durée de contact dépasse une semaine. L'action est déjà très marquée après 3 jours où la germination est diminuée de 35%.

L'action du nitrate de chaux, à peine moins brutale, tout en n'arrêtant pas totalement la germination, la diminue de 65% après un contact d'une semaine. Son action devient mortelle après 18 jours.

Chou. Un contact de 20 jours avec le nitrate d'ammoniaque est mortel pour le chou. La germination est déjà entravée après 3 jours et elle n'a plus lieu après une semaine qu'à 30% et très paresseuse.

Le nitrate de chaux beaucoup moins nocif, n'empêche pas les grains de germer après 15 jours, mais au delà son action devient de plus en plus toxique, jusqu'à être mortelle si la durée de contact est supérieure à 1 mois.

Trèfle. Le trèfle, plus sensible que le haricot est très affecté par l'action du nitrate de chaux et du nitrate d'ammoniaque, la germination est très diminuée après une durée de contact supérieure à 4 jours et complètement arrêtée après 15 jours.

Céréales. Les céréales expérimentées soit; le blé d'Alsace 22, Vil-morin 27, avoine, seigle, orge jouissent tous d'une même sensibilité vis à vis du nitrate de chaux qui tue leurs graines après 7 semaines, mais cette action est déjà marquée après 10 jours de contact, et leur germination n'a lieu qu'avec un retard de 3 jours.

L'avoine s'est montrée un peu plus sensible que les autres céréales.

Le nitrate d'ammoniaque est beaucoup moins toxique que le nitrate de chaux pour les céréales. L'avoine néanmoins supporte aussi peu le nitrate d'ammoniaque que le nitrate de chaux. Le seigle subit déjà après 4 jours une action déprimante qui deviendra mortelle au bout de 7 semaines. Le blé et l'orge subissent son contact sans dommage jusqu'à 3 semaines. L'action du nitrate d'ammoniaque sur le blé et l'orge est à peu près comparable à celle du nitrate de potasse et du nitrate de soude.

Pour ce qui est du nitrate de potasse on ne peut parler d'une action toxique; car pour toutes les graines un contact de 7 semaines est sans effet sur la germination, qui se fait tout comme dans les lots témoins.

Un léger retard a lieu quand les graines ont séjourné au contact de ce nitrate pendant plus de 3 mois, mais même après 5 mois de contact leurs fonctions diastasiques ne sont pas arrêtées.

Notons même, que les graines de céréales, blé, avoine, orge après un contact de 2 ans et 1/2 ont eu leur germination quelque peu retardée, mais non arrêtée.

L'action du nitrate de potasse est la plus forte sur le seigle et le blé, un peu moins pour l'avoine et l'orge. Parmi les variétés de blé le Rouge d'Alsace 22 supporte mieux son action que le Bastard de Rimpau et le Vilmorin 27.

Le nitrate de soude est à peine plus toxique que le nitrate de potasse sur le radis, le lin, le chou, le trèfle; cette action toxique n'arrête jamais totalement la germination, mais la retarde notablement. Par contre le haricot, le pois, le chanvre et les céréales lui résistent mieux, parmi ces derniers l'orge se distingue, qui subit sans aucun dommage son contact pendant plus de 2 mois.

De ce qui précède nous pouvons conclure: qu'un contact plus ou moins prolongé des graines que nous avons expérimentées avec les nitrates est toujours nuisible à leur germination; l'intensité de l'action toxique était fonction de la nature du nitrate, de la durée de contact et du degré de l'humidité ambiante.

Le nitrate de chaux et le nitrate d'ammoniaque sont parmi les 4 nitrates ceux qui de très loin se sont avérés les plus toxiques; nous croyons devoir attribuer principalement leur toxicité à leur grande hygroscopicité. Toutes les semences ne sont pas influencées de la même façon.

Par ordre de sensibilité décroissante vis à vis du nitrate d'ammoniaque viennent: le radis, le lin, chanvre, trèfle, chou, haricot, céréale et le pois; et pour le nitrate de chaux; trèfle, lin, haricot, chanvre, pois, chou, radis, céréales.

L'action du nitrate de soude et surtout celle du nitrate de potasse est très peu toxique du moins dans les conditions de nos expériences et les écarts de comportement des différentes semences sont très peu sensibles; il est certain que dans un milieu plus humide qui aurait permis aux nitrates de s'humidifier davantage, les résultats auraient été tout différents.

On pourrait penser que l'épaisseur du tégument a une influence sur la résistance de la graine, il n'en est rien, le chanvre qui possède un tégument relativement épais est aussi sensible que le trèfle et beaucoup plus que le blé.

Et le lin malgré son revêtement mucilagineux, n'est pas mieux protégé et supporte aussi peu que le trèfle, dont le tégument est très fin, l'action du nitrate d'ammoniaque.

Nous avons en outre remarqué que des graines blessées au scalpel sont beaucoup moins résistantes que des graines normales et l'action néfaste des nitrates est d'autant plus marquée que ce traumatisme est plus profond et plus près du germe.

Ainsi les différences de résistance subsistent entre les différentes graines expérimentées, tout comme pour des graines normales (intactes).

Nous avons en outre, trempé pendant 4 heures ces graines dans de l'eau, et nous avons alors remarqué que tous les nitrates produisent une action mortelle, pour une durée de contact supérieure à 2 jours.

Nous avons placé des grains de blé au contact des nitrates de soude, de potasse, d'ammoniaque, de chaux et placé le tout dans

un excicateur, pour les soustraire autant que possible à l'action de l'humidité. Après 2 mois les grains germent tous sans aucun retard; la germination est encore intacte après 5 mois pour les grains ayant subi l'action de n'importe quel nitrate. Cependant après 8 mois le nitrate de chaux et plus tard le nitrate d'ammoniaque produisent une action légèrement empêchante; on comprendra en effet que l'isolement ne peut pas être parfait malgré toutes les précautions, et que l'humidité ambiante a pu influencer celle de l'excicateur.

Ce détail nous renseigne sur l'importance de l'hygroscopicité du nitrate dans l'action toxique qu'il manifeste dans ce genre d'expérience.

ESSAIS EN POTS

AU LABORATOIRE

Pour étudier l'action des nitrates sur le début de la végétation en faisant varier le facteur «nature de terrain» nous avons entrepris une série d'expériences dans des pots en terre cuite (diamètre 130 m/m hauteur 60 m/m). Nous avons utilisé dans ce but des nitrates de soude, de potasse, d'ammoniaque et de chaux synthétiques (nitrate de chaux ammoniacal).

Nous avons choisi pour ces expériences des terres de nature très différentes. Soit :

- 1°/ Terre sablo humifère.
- 2°/ Terre franche, mais avec forte proportion de sable.
- 3°/ Limon sableux fin. (à réaction nettement acide) Ph 5,7.
- 4°/ Limon sableux très fin avec prédominance de limon. Ph 7,6.
- 5°/ Terre argilo-calcaire. Ph 7,9.
- 6°/ Sable quartzeux. Une matière inerte, jouant le rôle mécanique du sol, sans donner de réaction chimique au contact des sels dissous : du sable quartzeux presque pur, préalablement lavé avec soin, puis séché au four.

Pour la facilité du langage nous emploierons les expressions :

- | | |
|-----------------------|--------|
| 1°/ Terreau. | N° I |
| 2°/ Terre franche. | N° II |
| 3°/ Terre acide. | N° III |
| 4°/ Terre de Poterie. | N° IV |
| 5°/ Terre alcaline. | N° V |
| 6°/ Sable quartzeux. | |

Avec ces six terres de nature physique si différente et de Ph si dissemblables, nous croyons être en présence des types extrêmes de terres réparties autour de la terre franche.

Voici d'ailleurs le résultat de l'analyse physique de ces terres :

Pour 1000 de Terre Fine	N° I	N° II	N° III	N° IV	N° V
Sable Grossier Siliceux	295.0	490.0	90.0	8.0	27.0
» » Calcaire	32.0	19.0	0.	6.0	233.0
Sable Fin Siliceux	105.0	256.0	405.0	118.0	382.0
» » Calcaire	41.0	16.0	0.	94.0	110.0
Limon	59.0	124.0	419.0	709.0	77.0
Argile	97.0	24.0	0.	0.	118.0
Humus	(1) 372.0	71.0	56.0	65.0	53.0

(1) dont 60.0 de débris végétaux grossiers

A défaut de serre ces essais ont été effectués au Laboratoire de Génétique. Inutile de souligner que nous avons toujours opéré dans les mêmes conditions de température, d'exposition et d'humidité. Les pots ayant été préparés, la dose correspondante à la surface du pot a été soigneusement pesée, puis mélangée, dans chaque pot sous une épaisseur de 30 m/m avec la terre qu'il contenait.

Etant donné la différence de pouvoir absorbant de ces terres à l'égard de l'eau, pour leur donner une humidité convenable nous avons dosé l'humidité initiale de chacune d'elles, puis par addition d'une quantité d'eau connue nous avons obtenu la saturation complète. Sur base des résultats de ces opérations nous avons enfin donné à chacune des terres les 17% de la quantité d'eau nécessaire à sa saturation complète.

Par pesée l'humidité a été maintenue constante pendant toute la durée de nos expériences.

Les chiffres que nous avons relevés reposent sur trois séries d'expériences identiques et réalisées dans les mêmes conditions.

Nous avons employé dix doses allant de 200 kgs à 15 tonnes à l'Ha pour chaque nitrate. Seules les premières correspondent aux doses couramment employées dans l'agriculture.

Nous avons opéré sur la variété de blé Rouge d'Alsace 22 à raison de 20 grains par pot semés à la planchette à 20 m/m de profondeur.

Appréciation des différences dues aux nitrates.— On peut admettre que quand certaines graines sont enterrées exactement à la même profondeur dans un même milieu, celle qui lève la première est celle qui a germé le plus vite. Nous pouvons donc prendre la levée comme point de comparaison de l'action des différents nitrates dans les terres expérimentées.

Nous avons donc fait quotidiennement le dénombrement des grains levés, et mesuré, de même, la hauteur moyenne des tiges.

Nous basant sur les deux chiffres donnés par la levée et la hauteur moyenne, et une appréciation personnelle sur l'aspect général de la végétation: homogénéité, couleur, constitution plus ou moins vigoureuse, manifestation plus ou moins accusée de la toxicité, nous avons classé les nitrates par ordre de toxicité dans les différentes terres.

Les tableaux A¹, A², A³ et B¹, B² résument ces constatations.

Les écarts de toxicité que les nitrates accusent dans les différentes doses n'ont évidemment rien de mathématique (les résultats se confondent même pour des doses rapprochées).

Aussi, pour éviter les répétitions fastidieuses et qui n'ajoutent rien à la compréhension, ne publierons nous que 7 doses intéressantes par telle ou telle particularité qu'elles accusent.

Dans les tableaux qui suivent on trouvera les chiffres indiquant :

1^o La levée.

2^o La hauteur moyenne des tiges 6-10-15 jours après l'ensemencement.

Nous avons, en outre, envisagé deux cas de fumure :

- 1^o/ Une fumure suivie immédiatement de l'ensemencement.
- 2^o/ Une fumure le précédant de 20 jours.

FUMURE AU MOMENT DE L'EMSEMECEMENT

Observations 6 jours après le semis :

Des différences commencent déjà à paraître autant sur la levée que sur la hauteur des tiges, et le comportement d'un même nitrate dans les différentes terres varie dans de grandes proportions, souvent du simple au triple.

Dans quelques terres, cependant à 200 kgs et quelquefois à 500 kgs un effet stimulant des nitrates se traduit par une levée plus abondante et par une végétation plus vigoureuse et plus développée par rapport aux témoins.

Terreau. — Dans cette terre le nitrate de soude jouit d'une toxicité plus grande, puis vient le nitrate de potasse. Nettement moins toxiques sont le nitrate de chaux et le nitrate d'ammoniaque. (Aux environs d'une tonne, ce milieu présente une particularité qui mérite d'être signalée: les lots ont un aspect homogène qui contraste avec l'irrégularité de la végétation dans la terre franche; les feuilles sont relativement peu décolorées et gardent leur souplesse). A 200 kgs on remarque une action favorable de tous les nitrates; à 500 kgs le nitrate de potasse et le nitrate de soude sont légèrement défavorables tandis que l'influence est indifférente à la même dose pour le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de chaux. D'une façon générale la germination est arrêtée au delà de 4 tonnes.

Terre franche. — De même que dans les essais en pleine terre nous observons ici la toxicité dominante du nitrate d'ammoniaque, suivi du nitrate de soude. Le nitrate de chaux est moins toxique que le nitrate de potasse, avec une avance qui ira en croissant. Nous observons un retard du témoin sur les pots munis de 200 et 500 kgs de nitrate à l'Ha. A partir d'une tonne, pour le nitrate de chaux excepté, la végétation devient de plus en plus débile avec des traces de jaunissement plus ou moins prononcées. L'arrêt total de la germination a lieu au delà de 4 tonnes pour le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude, 8 tonnes pour le nitrate de potasse et le nitrate de chaux.

Terre acide. — Les nitrates jouissent dans cette terre d'une toxicité exceptionnelle, plus accusée même que dans le sable, toute germination étant arrêtée au delà de 200 kgs pour le nitrate de potasse et le nitrate de chaux. Aucun effet favorable n'est noté. Les symptômes

de toxicité apparaissent à 500 kgs : écourtement ou absence de la coléoptile, végétation languissante et clairsemée.

Terre de poterie.—Le nitrate de chaux est le plus toxique dans ce milieu avec le nitrate de potasse. Viennent ensuite le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude, se tenant tous d'assez près. De même que dans la terre acide les quatre nitrates en question jouissent d'une grande toxicité. A partir de 500 kgs la végétation est très clairsemée, débile, d'un vert terne, ou jaunie avec une coléoptile plus ou moins écourtée. On ne remarque aucune influence favorable, et toute germination est rendue impossible au delà d'une tonne.

Terre alcaline.—Le nitrate de potasse et le nitrate d'ammoniaque se détachent comme étant les plus toxiques, puis vient le nitrate de soude et enfin le nitrate de chaux. Les manifestations de toxicité se produisent plus intensément que dans la terre franche : les feuilles perdent leur souplesse et deviennent cassantes; on remarque un écourtement de la coléoptile, un jaunissement plus ou moins accentué, et un manque d'homogénéité à partir d'une tonne. A 200 kgs pour le nitrate de soude, à 200 et 500 kgs de nitrate de chaux une légère action favorable se fait voir. La germination est totalement arrêtée au delà d'une tonne pour le nitrate de potasse et le nitrate d'ammoniaque et de 4 tonnes pour le nitrate de soude et le nitrate de chaux.

Sable quartzeux.— Dans ce milieu inerte, ne cédant rien ou très peu à la plante, où chaque engrais agit directement sur elle, nous retrouvons l'ordre de toxicité des nitrates dans les essais de germination en solution en ce qui concerne le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude, les autres étant presque également toxiques.

Cette plus grande toxicité du nitrate d'ammoniaque comparé au nitrate de soude a déjà été constatée par M. M. Claudel et Crochetelje et M. M. Maume et Dulac.

Le tableau A¹ indique que tous les nitrates expérimentés deviennent toxiques dès que leurs doses s'élèvent au dessus de 200 kgs. A cette dose le nitrate de potasse est indifférent, les autres soit : le nitrate de soude, le nitrate de chaux et le nitrate d'ammoniaque sont défavorables. A 500 kgs à l'Ha, tous provoquent des signes d'intoxication plus ou moins prononcés : végétation débile, extrémité jaunie et racoquillée, coléoptile écourtée.

A 4 tonnes (pour le nitrate d'ammoniaque à 500 kgs) la germination est partout plus ou moins arrêtée.

Observations 10 jours après le semis.—

Contrairement aux affirmations de M. M. Maume et Dulac le dénombrement quotidien de la levée, nous donne un ordre logique en ce qui concerne l'influence des nitrates sur la germination. Le retard plus ou moins prononcé dû au contact nuisible de l'engrais avec la graine en germination, observé en A¹, ne se retrouvera par

la suite (tableaux A². A³.) que si la dose de nitrate est antigerminative mortelle ou antibiotique. Mais elle rattrapera son retard plus ou moins rapidement si la dose n'est qu'antigerminative inhibitrice, la germination se produisant après un laps de temps plus ou moins long, pendant lequel le grain a vu ses fonctions diastasiques plus ou moins arrêtées.

En outre, nous voyons en A² se former deux groupes de terres, quant à l'intensité de la toxicité que les nitrates y provoquent. Le premier comprenant la terre franche, le terreau, et la terre alcaline c'est-à-dire les terres de composition normale ou s'en rapprochant et où les nitrates sont relativement moins toxiques que dans le deuxième groupe où figurent la terre acide, la terre de poterie et le sable quar-
teux.

Cette différence est explicable quand on songe à la multiplicité des facteurs pouvant atténuer la toxicité : richesse globale, capacité de nitrification, activité microbienne, nature des colloïdes, autant d'agents d'un concours précieux pour la plante par leur valeur antitoxique et leur capacité de faire subir aux engrais, par les réactions auxquelles elles donnent lieu, des transformations susceptibles de diminuer leur toxicité.

Dans le second groupe, au contraire, formé par des terres pauvres les grains en germination ou les jeunes racines, faiblement secourus, subissent l'action des sels très concentrés, n'ayant subi aucune transformation. Il pourrait en outre résulter, du contact de l'engrais avec la terre, un produit toxique qui influencerait sur la germination et le développement.

En A¹, nous avons constaté aux environs d'une tonne un languissement plus ou moins accusé. Le tableau A² nous montre que le sens de l'action toxique varie avec la date de l'observation, et qu'à l'effet toxique du début peut se substituer une action favorable qui permet à la végétation de prendre une allure ascendante. Dans le deuxième lot de terres la toxicité n'est pour ainsi dire pas atténuée, car si l'on observe une augmentation de la levée à des doses où l'on ne peut logiquement parler d'action toxique, cette levée est infime aux fortes doses. Cependant aux mêmes doses pour toutes les terres et à des degrés différents les manifestations de toxicité se maintiennent : végétation débile aux extrémités inconsistantes, des feuilles cassantes et plus ou moins jaunies et surtout la coléoptile écourtée ou absente.

Au sujet de l'écourtement de la coléoptile.

On serait tenté de croire que l'écourtement de la coléoptile est le résultat du frottement que subit cet organe au contact de la terre rendue compacte par l'addition des doses massives de nitrate d'ammoniaque ou de nitrate de soude, que la coléoptile n'étant qu'un manchon menu et fragile qui a pour mission de protéger et de conduire la pointe de la première feuille à la surface du sol, elle s'use et s'effrite en

essayant à toute force d'y arriver. Mais la vérité est tout autre car nous avons observé cet écourtement dans les essais de germination en solutions concentrées des nitrates surtout d'ammoniaque et de soude. Cet écourtement de la coléoptile est donc la conséquence des fortes doses de nitrates employées. A noter qu'une coléoptile normale est longue de 30 à 40 m/m luisante et assez rigide au toucher. Nous la voyons, sous l'action des nitrates, se rapetisser jusqu'à n'avoir plus que 10 à 15 m/m quelquefois. La profondeur des semis (20 à 25 m/m) explique son absence dans certaines circonstances. Cette absence ou cet écourtement occasionnent une déformation de la feuille, car, privée de son organe de forage, et n'ayant, malgré tout, pas sa végétation arrêtée, elle se plie sur elle même de nombreuses fois et présente la forme d'un soufflet. On les voit paraître du sol, quelquefois à deux, sous cet aspect.

Terreau.— Le nitrate d'ammoniaque cède la place du moins toxique au nitrate de chaux et devient le plus toxique. L'atténuation générale de la toxicité n'est pas aussi prononcée que dans la terre franche. A 200 et 500 kgs tous les nitrates ont une action favorable sauf le nitrate de potasse qui manifeste un effet déprimant. A 5 tonnes des perturbations apparaissent, moins brutales cependant que dans la terre franche. Le nitrate d'ammoniaque empêche toute germination au delà de 4 tonnes, le nitrate de soude et le nitrate de potasse au delà de 8 tonnes. A des doses de 12 et même 15 tonnes la germination a tout de même lieu pour le nitrate de chaux.

Terre franche.— Comme on peut s'en rendre compte en examinant le tableau A², le cadre de l'action utile des nitrates dans ce milieu est élargi. A la dose de 200 kgs tous les nitrates ont une avance de plus en plus nette sur le témoin. L'effet favorable produit par 500 kgs à 1^{er} Ha est moindre que celui produit par 200 kgs. A 4 tonnes pour le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude, à 4 et 8 tonnes pour le nitrate de potasse ou le nitrate de chaux les irrégularités dans la végétation persistent avec des feuilles au jaunissement assez accentué, cassantes et pliées; la coléoptile courte est quelquefois brunie par le nitrate d'ammoniaque.

Terre acide.— Le nitrate de soude reste le plus toxique suivi du nitrate d'ammoniaque. Nous observons néanmoins une diminution de la toxicité du nitrate de potasse par rapport aux précédents avec lesquels il était à égalité dans le tableau A¹. A 500 kgs, tous, à des degrés différents, sont inférieurs au témoin. A une tonne ils sont toxiques; cette toxicité se traduit par un jaunissement intense, absence de la coléoptile, feuilles cassantes, végétation rare et chétive. L'arrêt de la germination a lieu au delà de 4 tonnes pour le nitrate de potasse et le nitrate de chaux, d'une tonne pour le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude. Aucune action favorable n'est notée.

T A B L E A U A 2

FUMURE AU MOMENT DE L'ENSEMENCEMENT

Observations 10 jours après le semis.

Nitrates	Doses en kilos à l'ha	TERRE FRANCHE		TERREAU		TERRE ALCALINE		TERRE ACIDE		TERRE DE POTERIE		SABLE QUARITZEUX	
		Levée	Haut. en m/m	Levée	Haut. en m/m	Levée	Haut. en m/m	Levée	Haut. en m/m	Levée	Haut. en m/m	Levée	Haut. en m/m
Nitrates de Soude	200	20	125	20	155	19	125	20	120	20	110	18	118
	500	20	160	20	160	19	130	17	110	19	115	19	110
	1000	18	135	19	150	20	130	10	90	20	85	20	100
	1000	17	100	17	135	19	115	7	35	18	75	20	80
	4000	15	80	14	50	9	30	1	10	0	0	14	65
Nitrate de Potasse	8000	1	80	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0
	12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200	20	170	20	145	20	120	20	120	18	110	20	115
	500	18	145	20	140	18	95	18	105	9	55	20	110
Nitrate d'Ammoniaque	1000	20	135	20	140	12	70	16	75	8	5	20	85
	4000	20	125	14	90	0	0	8	70	0	0	13	75
	8000	13	75	4	30	0	0	1	5	0	0	18	50
	12000	5	75	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5
	15000	2	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrate de Chaux	200	19	160	20	165	19	125	19	115	20	120	20	105
	500	19	140	20	160	20	115	19	100	17	80	13	80
	1000	20	115	20	150	20	85	8	75	15	45	13	30
	4000	10	95	10	40	2	30	1	5	0	0	4	3
	8000	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitrate de Chaux	12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200	19	155	19	165	20	130	19	120	14	105	17	115
	500	20	135	20	165	20	120	14	95	7	40	19	100
	1000	20	135	20	155	20	100	10	60	3	30	20	100
Nitrate de Chaux	4000	17	130	18	110	8	35	5	50	0	0	18	50
	8000	17	125	10	80	1	5	0	0	0	0	2	10
	12000	15	90	5	80	0	0	0	0	0	0	0	0
	15000	5	80	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0

Terre de poterie.— La toxicité des nitrates dans ce milieu à l'égard du blé n'a d'égale que celle observée dans la terre acide. Le nitrate de chaux est resté excessivement toxique : à 500 kgs il produit des perturbations graves et à une tonne, arrête presque toute germination. Le nitrate de potasse, est à peine moins toxique puisqu'il empêche les 55% des graines de germer à 500 kgs. Le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude à 200 kgs, produisent une légère action favorable, mais ils sont nettement inférieurs au témoin pour 500 kgs et une tonne.

Dans cette terre nous atteignons les chiffres les plus bas pour la levée.

Terre alcaline.— Malgré une augmentation de la levée aux faibles doses, la toxicité se maintient. A 200 kgs on note une légère action favorable ou indifférente à laquelle succède une influence de plus en plus néfaste à partir de 500 kgs, sauf pour le nitrate de soude qui est encore favorable à cette dose. A doses égales par rapport à la terre franche la végétation est plus clairsemée et plus malingre d'aspect; les feuilles sont plus ou moins jaunies et cassantes. La germination est arrêtée au delà de 4 tonnes, pour le nitrate de chaux et le nitrate de soude et 2 tonnes pour le nitrate de potasse et le nitrate d'ammoniaque.

Sable quartzeux.— On remarque une ptose frappante de la toxicité pour le nitrate de potasse et le nitrate de chaux. Celle du nitrate de soude fléchit aussi sensiblement.

A 200 kgs notons une légère action favorable du nitrate de potasse et du nitrate de chaux; le nitrate de soude est indifférent, et le nitrate d'ammoniaque légèrement inférieur au témoin à la même dose. A partir d'une tonne les signes de toxicité se manifestent par un manque d'homogénéité de la végétation, des feuilles plus ou moins ternes, coléoptile courte ou même absente, aspect général déficient. La germination est arrêtée au delà de 4 tonnes pour le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude, alors qu'elle a encore lieu, quoique très diminuée à 8 et 12 tonnes de nitrate de chaux et de nitrate de potasse.

Observations 15 jours après le semis.—

La différence de l'action des nitrates, dans les deux lots de terre est, avec le temps, de plus en plus accusée. La terre alcaline elle-même étant nettement distancée, aux fortes doses. Dans le premier groupe ne comprenant plus maintenant que le terreau et la terre franche l'atténuation de la toxicité est remarquable, elle se traduit, aux fortes doses, par une levée légèrement accrue et une végétation plus homogène, plus vigoureuse, un feuillage vert remplaçant une végétation souffreteuse, irrégulière et d'un vert terne. Mais cette atténuation

est, par contre, négligeable pour le second groupe, notamment aux fortes doses où les perturbations provoquées : jaunissement, végétation clairsemée et débile, persistent avec la même intensité.

Terreau.— L'homogénéité de la végétation est parfaite; même pour les fortes doses, on remarque quelques rares jaunissements. Notons cependant une toxicité assez tranchée du nitrate d'ammoniaque qui arrête toute germination au delà de 4 tonnes; pour le nitrate de soude au delà de 8 tonnes et le nitrate de potasse au delà de 12 tonnes; le nitrate de chaux à 15 tonnes permet aux 45% des graines de germer et même de végéter convenablement. Les feuilles ont retrouvé leur souplesse avec de très légères traces de jaunissement.

Terre franche.— L'aspect général de la végétation est plus homogène; le jaunissement disparaît peu à peu pour faire place à un vert terne ou même un beau vert. L'action favorable persiste jusqu'à une tonne pour le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque et 4 et 8 tonnes respectivement pour le nitrate de potasse et le nitrate de chaux, avec un maximum pour 500 kgs. La germination s'avère pourtant impossible au delà de 8 tonnes pour le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque.

Terre acide.— Persistance de la toxicité. A peine une légère action favorable à 200 kgs de nitrate de potasse et de nitrate de soude. Le nitrate de soude, le plus toxique et le nitrate de potasse le moins toxique présentent un écart considérable. Le nitrate de potasse excepté les trois autres sont nocifs même à une tonne et provoquent des perturbations d'assez longue durée. Jaunissement et extrémité des feuilles comme grillée, végétation irrégulière et chétive, couleur terne. D'une façon générale l'arrêt de la germination est total à partir de 8 tonnes. Le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque l'arrêtent même à 4 tonnes,

Terre de poterie.— De même que dans la terre acide, la toxicité des nitrates s'est maintenue pour ainsi dire intacte. L'engrais ayant produit l'effet le plus néfaste que nous ayons noté dans toutes les terres et pour tous les nitrates envisagés est le nitrate de chaux. Une légère action favorable à 200 kgs de nitrate de soude et de nitrate d'ammoniaque. A une tonne et quelquefois même à 500 kgs les feuilles sont fines, cassantes et passablement jaunies, l'absence de la coléoptile est très fréquente. L'arrêt de la germination se fait entre une et deux tonnes, sauf pour le nitrate de potasse où il a lieu au delà de 6 tonnes.

Terre alcaline.— Au delà de 500 kgs la toxicité se maintient et se traduit par une végétation irrégulière plus ou moins débile et terne. On voit des feuilles ayant leur extrémité comme grillée et s'effritant au toucher. On observe un écart assez notable dans le degré de toxicité du nitrate de potasse et du nitrate d'ammoniaque d'une part et nitrate de chaux et du nitrate de soude de l'autre. A 200 kgs tous

TABLEAU A 3

FUMURE AU MOMENT DE L'ENSEMENCEMENT

Observations 15 Jours après le semis.

Nitrates	Doses en kilos à l'Ha	TERRE FRANCHÉ		TERREAU		TERRE ALCALINE		TERRE ACIDE		TERRE DE POTERIE		SABLE QUARTEUX	
		Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m
Nitrate de Soude	TÉMOINS	20	200	20	220	19	200	20	185	20	180	19	185
	200	20	230	20	230	19	205	19	190	20	190	19	180
	500	18	230	19	250	20	210	12	150	20	160	20	170
	1000	18	210	18	210	19	180	9	100	19	140	20	195
	4000	19	115	16	95	10	80	1	35	0	0	17	120
	8000	3	105	5	35	0	0	0	0	0	0	3	30
Nitrate de Potasse	12000	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200	20	225	20	215	20	200	20	195	18	165	20	195
	500	19	230	20	225	18	180	19	155	10	100	20	175
	1000	20	215	20	225	14	165	17	135	8	75	20	175
	4000	20	205	14	170	2	60	11	125	6	45	19	145
Nitrate d'Ammoniaque	8000	16	95	11	80	1	50	1	15	0	0	19	120
	12000	7	80	6	45	0	0	0	0	0	0	10	70
	15000	3	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200	19	210	20	245	19	220	19	185	20	187	20	185
	500	19	208	20	250	20	205	19	155	19	150	20	185
	1000	20	205	20	230	20	170	10	140	19	135	14	190
Nitrate de Chaux	4000	15	130	18	95	4	45	3	15	0	0	4	35
	8000	5	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200	19	225	20	235	20	210	19	185	15	170	18	190
	500	20	230	20	245	20	210	15	145	10	70	20	195
Nitrate de Chaux	1000	20	220	20	240	20	190	9	100	3	60	20	185
	4000	20	210	20	150	10	130	8	90	0	0	18	125
	8000	17	205	14	120	2	20	0	0	0	0	14	55
	12000	16	140	14	125	0	0	0	0	0	0	1	20
	15000	8	100	9	60	0	0	0	0	0	0	0	0

les nitrates produisent un effet favorable de même à 500 kgs, sauf pour le nitrate de potasse. La germination est rendue impossible, à 8 tonnes, quel que soit le nitrate envisagé; le nitrate de potasse et le nitrate d'ammoniaque l'arrêtent presque à 4 tonnes.

Sable quartzeux.— A l'action très toxique notée dans A¹, succède ici une action favorable; on a vu peu à peu les nitrates perdre leur toxicité et l'action néfaste se muer en une action à peine défavorable. Aux fortes doses les traces de jaunissement sur les feuilles se perdent légèrement, mais la végétation reste néanmoins inférieure au témoin, sauf à 200 kgs pour le nitrate de potasse et le nitrate de chaux. Le nitrate de potasse à 12 tonnes permet aux 50% des grains de germer; pour cette même dose le nitrate de chaux arrête totalement la germination, le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque sont très empêchants de la germination le premier à 8 tonnes et le deuxième à 4 tonnes.

Fumure précédant l'ensemencement de 20 jours.—

Il était intéressant de voir les modifications qu'apporterait dans les terres de nature si différente, une fumure précédant d'un certain nombre de jours l'ensemencement: modification de l'ordre et du degré de toxicité des différents nitrates dans une terre donnée, variation de la courbe, c'est-à-dire alternation, maintien ou augmentation de la toxicité, enfin les réactions de la plante; nous avons maintenu les mêmes doses que dans les essais précédents même taux d'humidité et mêmes conditions de température et d'exposition. Les pots ayant été préparés, et la dose correspondante de nitrate mélangée à la terre nous avons humidifié au taux précédent tout comme si l'on avait déjà effectué l'ensemencement, qui n'aura lieu que 20 jours après la fumure. A cette date, après avoir remué la terre jusqu'à une profondeur de 20 à 30 m/m nous avons semé 20 graines de Rouge d'Alsace 22 en opérant comme précédemment.

Observations 6 jours après le semis.

L'examen du tableau B¹ renforce l'idée que nous avions émise, concernant les modifications observées en A² où nous disions que la diminution de la toxicité était fonction de la richesse du terrain et de la durée du contact de la terre avec l'engrais. Il est en effet logique de penser qu'un contact de 20 jours des nitrates avec la terre puisse avoir une influence sur la diminution de la toxicité et cette influence doit être d'autant plus profonde que la terre sur laquelle on expérimente possède un plus grand nombre d'éléments susceptibles de transformer les propriétés toxiques des engrais.

En comparant les tableaux A¹; A², A³, on est enclin à considérer l'atténuation de la toxicité des nitrates comme étant fonction:

1^o de la richesse du terrain.

2^o de la durée de contact des engrais avec la terre.

FUMURE PRÉCÉDANT DE 20 JOURS

[illegible]

Les tableaux B¹, B² nous montrent qu'en dehors de ces deux facteurs il en existe un troisième non moins important et que nous appellerons résistance spécifique du grain à l'intoxication.

En effet si cette diminution n'était que la résultante des deux facteurs envisagés plus haut, nous devrions observer en B¹, une levée beaucoup plus abondante (signe d'une toxicité diminuée) qu'en A² et même A³ puisque dans B¹, les nitrates subissent l'action de transformation de la terre depuis 26 jours, alors que dans A² elle n'a lieu que depuis 10 jours.

Or en B¹ nous observons une levée nettement inférieure à A², ce qui nous pousse à croire que le troisième facteur en question est pour une plus large part dans la diminution de la toxicité que le facteur durée de contact de l'engrais avec la terre. Ce facteur que nous avons appelé résistance spécifique du grain à l'intoxication serait, en somme une qualité inhérente à sa nature, une sorte de réaction du grain contre l'influence déprimante ou toxique de l'engrais qui aurait pour effet, suivant les doses, de retarder les fonctions diastasiques ou de les arrêter définitivement.

Et le champ d'action de ce troisième facteur considéré résiderait dans une réaction qu'il provoquerait dans le domaine diastasique. Cette réaction serait étroitement limitée par la dose.

Pour provoquer cette réaction du grain (ou accoutumance) le laps de temps nécessaire serait en rapport avec la dose.

L'effet produit par la fumure précédant l'ensemencement de 20 jours réside en une légère augmentation de la levée, une végétation plus homogène, et, pour les fortes doses, une manifestation plus atténuée de la toxicité, c'est-à-dire un jaunissement moins prononcé, une végétation légèrement plus régulière et plus vigoureuse.

Terreau.— Nous retrouvons ici le même ordre décroissant de toxicité des nitrates que dans A², c'est-à-dire, le nitrate d'ammoniaque venant le premier suivi de près du nitrate de soude, puis du nitrate de potasse et du nitrate de chaux.

Nous émettons une hypothèse au sujet du revirement du nitrate d'ammoniaque qui est plus toxique dans les pots ayant été fumés 20 jours avant l'ensemencement que dans ceux où elle a été effectuée en même temps, en disant, qu'il a pu se former plus ou moins lentement, des produits ammoniacaux toxiques (résultats des réactions chimiques) dont l'action néfaste n'a pu se produire au début, mais qui se manifestent dès que les réactions les ont libérés.

A 200 et 500 kgs on observe partout un effet favorable avec maximum pour 500 kgs. En général la végétation est d'aspect homogène jusqu'à une tonne. Les manifestations de toxicité principalement le jaunissement sont rares; cependant la germination est arrêtée à 4T de NO³NH⁴ au delà de 4 tonnes pour le nitrate de soude, le nitrate de potasse et de 8 tonnes pour le nitrate de chaux. La légère atténuation

de la toxicité est surtout visible pour le nitrate de chaux et le nitrate de potasse et de soude, elle est maintenue pour le nitrate d'ammoniaque.

Terre franche. Le nitrate d'ammoniaque conserve sa toxicité de même que le nitrate de soude. Le nitrate de potasse et surtout le nitrate de chaux sont nettement moins toxiques, avec une différence plus sensible que dans le premier cas. Le nitrate de chaux et le nitrate de potasse présentent une levée plus homogène aux fortes doses, alors que le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude, à 4 tonnes, donnent lieu à une végétation sérieusement compromise. On note quelques rares coléoptiles anormalement courtes. Mais en comparant avec les résultats obtenus dans les mêmes cas de la fumure au moment de l'ensemencement, il semble que la toxicité des nitrates ait subi une légère atténuation. Notons qu'à 500 kgs l'effet est plus favorable qu'à 200 kgs.

Terre acide. De même que dans le sable quartzeux, la toxicité des nitrates dans ce milieu reste intacte. Une augmentation infime dans le nombre de graines levées. Le nitrate de soude reste excessivement toxique, puisqu'il arrête la germination aux doses dépassant les 500 kgs à l'Ha, suivent, par ordre de toxicité, le nitrate d'ammoniaque, le nitrate de potasse et le nitrate de chaux qui arrêtent tous la germination au delà d'une tonne. Les symptômes d'intoxication sont ici très visibles : la végétation est rare et très débile, jaunie et quelquefois même, perdant sa raideur, elle se couche flasque sur la terre; on ne note aucune action favorable.

Terre de poterie. Ici encore la toxicité se maintient. A peine remarque-t-on une légère action favorable à 200 kgs de nitrate de soude et de nitrate d'ammoniaque. L'action néfaste des nitrates se fait sentir déjà à 500 kgs : déformation des feuilles par suite de l'absence de la coléoptile, jaunissement, végétation rare. L'arrêt total de la germination a lieu au delà d'une tonne.

Terre alcaline. Dans cette terre les nitrates n'ont guère perdu de leur toxicité. Il y a un léger effet favorable à 200 kgs et plus encore à 500 kgs. On observe à 500 kgs et à une tonne une augmentation assez sensible de la levée. Au delà d'une tonne on note un jaunissement plus ou moins accusé, les feuilles perdent de leur souplesse. La germination est partout arrêtée à partir de 4 tonnes.

Sable quartzeux. Dans ce milieu les nitrates gardent une toxicité remarquable; l'atténuation observée est négligeable, l'augmentation de la levée n'étant même pas sensible à 500 kgs et encore moins à une tonne. Au delà de 500 kgs on retrouve le jaunissement des feuilles, le manque de souplesse, l'écourtement de la coléoptile et le manque d'homogénéité. Le nitrate d'ammoniaque jouit d'une toxicité plus grande, puisqu'à 500 kgs il arrête la germination; le nitrate de soude

suit avec le nitrate de chaux et le nitrate de potasse.

Observations 10 jours après le semis.—

Les différences que nous notons en B² ne méritant pas une attention spéciale, et risquant de nous perdre dans des répétitions sans importance, nous rassemblerons les observations particulières à chaque terre en une seule observation générale.

Dans la terre franche et le terreau, il y a une augmentation de la levée par rapport à A², l'action favorable est plus nette avec maximum à 500 kgs et quelquefois même dans le terreau à une tonne. La végétation, comparée à celle notée en A², présente, à doses égales, un aspect plus homogène. Dans les autres terres on ne peut parler d'atténuation de la toxicité, puisque la reprise de la germination a surtout lieu à 500 kgs et une tonne, est négligeable au delà de ces doses.

Ne pouvant nous expliquer le pourquoi de la diminution de la toxicité des nitrates dans le sable, à partir du dixième et quinzième jour après le semis, et certain de n'avoir pas entraîné ces nitrates dans les eaux d'arrosage, puisqu'il n'y avait pas d'eau d'écoulement, le sable n'étant pas saturé, nous avons recherché la cause dans l'évaporation plus intense se produisant dans ce milieu et qui entraîne les nitrates qui s'y trouvent en dissolution vers la surface des pots. Pour maintenir l'humidité constante dans nos pots, nous n'avons restitué l'eau d'évaporation que tous les deux jours. Rien d'étonnant que du fait de l'évaporisation intense, les solutions nitratées étant entraînées à la surface des pots, les grains ne subissent alors que par alternatives l'effet nocif des engrais, et possédant d'autre part l'eau d'imbibition nécessaire à la germination, ils germent normalement à l'écart de ces solutions concentrées.

A l'appui de cette hypothèse, nous avançons les résultats de l'expérience suivante : prenons deux lots de quatre pots chacun, remplis de sable et recevant, proportionnellement à leur surface la quantité correspondante à 4 tonnes à l'Ha respectivement de nitrate de soude, de potasse, d'ammoniaque et de chaux (2 pots pour chaque engrais) et semés comme d'habitude. Donnons au premier lot « tous les jours » la quantité d'eau égale à celle perdue par évaporation, tandis que le deuxième est arrosé comme dans nos expériences précédentes c'est à dire tous les deux jours. Voici les résultats obtenus :

Arrosage quotidien.	6J	Na	2	K	5	NH ⁴	0	Ca	5
	10J	Na	5	K	9	NH ⁴	0	Ca	6
	15J	Na	8	K	12	NH ⁴	0	Ca	10
Arrosage tous les deux jours.	6J	Na	2	K	6	NH ⁴	0	Ca	3
	10J	Na	13	K	15	NH ⁴	3	Ca	16
	15J	Na	15	K	19	NH ⁴	5	Ca	18

TABLÉAU B 2

FUMURE PRÉCÉDANT DE 20 JOURS - ENSEMENCEMENT
Observations 10 Jours après le semis.

Nitrates	Doses en kilos à l'Ha	TERRE FRANCHE		TERREAU		TERRE ALCALINE		TERRE ACIDE		TERRE DE POTERIE		SABLE QUARTEUX	
		Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m	Levée	Haut. en m m
NITRATES	200	20	125	19	155	20	125	20	120	18	110	20	110
	500	20	160	20	165	20	130	20	110	19	115	20	125
	1000	18	185	20	175	20	145	14	105	20	95	20	130
	4000	20	135	19	175	18	125	9	40	17	90	18	115
	8000	17	100	17	105	12	100	4	15	3	10	15	100
	12000	10	90	10	45	3	10	0	0	0	0	2	15
NITRATE de Potasse	15000	3	15	1	P	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200	20	165	20	155	20	125	18	125	19	110	19	125
	500	20	190	19	165	18	130	19	110	12	70	20	135
	1000	20	150	19	170	13	95	15	80	10	50	20	130
	4000	18	140	16	110	5	35	10	70	1	15	17	105
NITRATE d'Ammoniaque	8000	15	115	12	50	0	0	2	15	0	0	16	90
	12000	11	95	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15
	15000	4	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200	20	165	19	160	19	135	20	115	20	115	18	120
	500	17	170	20	170	18	140	20	100	15	100	18	110
	1000	18	135	20	165	20	125	10	60	15	50	13	80
NITRATE de Chaux	4000	14	110	14	60	7	65	4	15	2	20	7	30
	8000	6	15	6	20	0	0	1	5	0	0	1	P
	12000	1	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200	19	160	20	160	19	135	19	120	16	100	20	120
	500	20	190	19	180	19	150	17	95	10	55	19	125
NITRATE de Chaux	1000	20	165	19	175	18	130	11	70	4	30	20	120
	4000	19	150	18	155	12	85	5	55	0	0	17	70
	8000	18	135	15	95	10	10	1	10	0	0	5	20
	12000	17	105	12	95	1	P	0	0	0	0	1	P
	15000	9	90	4	25	0	0	0	0	0	0	0	0

Ces résultats confirment notre hypothèse. Un arrosage qui maintient les nitrates constamment au contact des grains, augmente considérablement leur toxicité, comme on le voit, les résultats obtenus sont loin de concorder. Nous avons été bien inspiré en remuant soigneusement, au moment de l'ensemencement la surface des pots ayant été fumés 20 jours avant; nous avons ainsi inconsciemment refait un mélange homogène du sable avec le nitrate.

FUMURE PRÉCÉDANT DE 20 JOURS L'ENSEMENCEMENT

Observations 6 jours après le semis

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
T. Acide	21	T. de Poterie	27	Sable	22	T. de Poterie	23
Sable	29	T. Acide	36	T. Acide	31	T. Acide	34
T. de Poterie	38	T. Alcal.	44	T. de Poterie	34	Sable	41
Terreau	57	Sable	48	T. Alcaline	50	T. Alcaline	63
T. Franche	58	Terreau	58	T. Franche	52	Terreau	67
T. Alcal.	63	T. Franche	71	Tereau	52	T. Franche	87
266		284		241		315	
Indicé de Variation							
3.—		2,50		2,30		3,70	

Observations 10 jours après le semis

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
T. Acide	47	T. de Poterie	42	T. Acide	55	T. de Poterie	30
T. de Poterie	59	T. Alcaline	56	T. de Poterie	55	T. Acide	53
T. Alcaline	73	T. Acide	64	Sable	57	T. Alcaline	79
Sable	73	Terreau	86	T. Alcaline	64	Sable	82
Terreau	87	Sable	100	T. Franche	76	Terreau	107
T. Franche	88	T. Franche	108	Terreau	79	T. Franche	122
427		456		387		473	
Indice de Variation							
1,80		2,50		1,40		4.—	

Classification des terres sous l'action additive des 4 nitrates

FUMURE EN MÊME TEMPS QUE L'ENSEMENCEMENT

6 Jours		10 Jours		15 Jours	
1 T. Acide	104	1 T. Acide	168	1 T. de Poterie	187
2 T. de Poterie	109	2 T. de Poterie	193	2 T. Acide	211
3 Sable	118	3 T. Alcaline	247	3 T. Alcaline	258
4 T. Alcaline	175	4 Sable	294	4 Sable	336
5 Terreau	183	5 Terreau	317	5 Terreau	364
6 T. Franche	205	6 T. Franche	351	6 T. Franche	282

FUMURE PRÉCÉDANT L'ENSEMENCEMENT DE 20 JOURS

6 Jours		10 Jours	
T. de Poterie	121	T. de Poterie	187
T. Acide	122	T. Acide	219
Sable	140	T. Alcaline	272
T. Alcaline	220	Sable	312
Terreau	234	Terreau	359
T. Franche	268	T. Franche	394

FUMURE EN MÊME TEMPS QUE L'ENSEMENCEMENT

Observations 6 jours après le semis

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ₂ Ca	
T. Acide	17	T. de Poterie	22	Sable	17	T. de Poterie	20
Sable	24	T. Alcaline	30	T. Acide	26	T. Acide	30
T. de Poterie	35	T. Acide	31	T. de Poterie	32	Sable	87
Terreau	38	Sable	40	T. Alcaline	33	Terreau	51
T. Franche	48	Terreau	43	T. Franche	46	T. Alcaline	56
T. Alcaline	56	T. Franche	55	Terreau	54	T. Franche	58
218		221		208		252	
Indice de Variation							
3,30		2,50		3,20		2,90	

Observations 10 Jours après le semis

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
T. Acide	35	T. de Poterie	35	T. Acide	47	T. de Poterie	24
T. de Poterie	57	T. Alcaline	50	Sable	50	T. Acide	48
T. Alcatine	67	T. Acide	63	T. de Poterie	52	T. Alcaline	49
Terreau	38	Terreau	78	T. Alcaline	61	Sable	76
Sable	73	Sable	95	T. Franche	69	Terreau	94
T. Terreau	75	T. Franche	98	Terreau	70	T. Franche	113
378		419		349		424	
Indice de Variation							
2,10		2,80		1,50		4,70	

Observations 15 jours après le semis

NO ³ Na		NO ³ K		NO ³ NH ⁴		(NO ³) ² Ca	
T. Acide	41	T. Poterie	42	T. Acide	51	T. Poterie	28
T. Poterie	59	T. Alcaline	55	T. Poterie	58	T. Acide	53
T. Alcaline	68	T. Acide	68	Sable	58	T. Alcaline	72
Terreau	78	Terreau	91	T. Alcaline	63	Sable	91
Sable	79	T. Franche	105	Terreau	78	Terreau	117
T. Franche	79	Sable	108	T. Franche	78	T. Franche	120
404		469		386		479	
Indice de Variation							
1,90		2,50		1,50		4,30	

Nous voyons donc que sans cette erreur, due à l'évaporation (autant qu'on puisse en juger par l'unique dose de chaque engrais que nous avons expérimentée pour la vérification de notre hypothèse) la toxicité des nitrates dans le sable serait à peu près du même ordre que celle observée dans la terre acide et dans la terre de poterie. Nous aurions voulu refaire les essais dans le sable avec un arrosage rectifié, mais le manque de sable de même provenance, et la difficulté de nous en procurer nous en ont empêché. Nous publions donc les résultats obtenus avec le sable, en attirant l'attention sur les différences dûes à l'arrosage, et sous toutes réserves.

Nous avons réuni dans le tableau (1) les chiffres représentant la levée dans les différentes terres sous l'action des 4 nitrates expérimentés 6-10-15 jours après le semis. L'ordre des différentes terres classées suivant l'intensité de l'action toxique qu'un même nitrate y provoque s'est à peu près maintenu aux différentes dates d'observation.

Comme il a été noté, la terre acide, la terre de poterie et le sable, sont tour à tour les terres dans lesquelles les nitrates produisent l'effet le plus toxique. On les trouvera en tête de liste quel que soit le nitrate envisagé. Le nitrate de soude dans la terre acide, le nitrate de potasse et de chaux dans la terre de poterie, le nitrate d'ammoniaque dans le sable, exercent une action très brutale sur la germination. La terre franche et le terreau se distinguent par une levée plus abondante, résultat d'une action relativement moins toxique, des nitrates. La terre alcaline, classée comme la terre où l'action du nitrate de soude et du nitrate de chaux est la moins toxique, passera par la suite au troisième rang. Sauf dans la terre de poterie sous l'action du nitrate de chaux où elle est à peu près nulle, l'augmentation de la levée pour tous les nitrates employés et dans toutes les terres est très accusée 10 jours après l'ensemencement.

Nous donnons un indice de variation obtenu en divisant le chiffre représentant la levée dans la terre la plus résistante par celui de la terre la moins résistante (nous appelons terre la plus résistante celle où le nitrate produit l'effet toxique le plus faible, et terre la moins résistante celle où l'effet toxique du nitrate est le plus fort). Cet indice de variation diminue avec le temps pour le nitrate de soude, puisque étant de 3,2 six jours après l'ensemencement il tombe à 2,1 puis à 1,7 respectivement au dixième et quinzième jour consécutif au semis. Pour le nitrate de potasse l'indice de variation de l'action toxique se maintient à peu près constant: 2,4-2,8-2,5. Le nitrate d'ammoniaque voit son indice tomber de 3,1 à 1,4 puis à 1,5; alors qu'au contraire l'indice pour le nitrate de chaux, augmente de 2,9 à 4,7 puis à 4,2, ceci étant dû au maintien de la toxicité de ce nitrate dans la terre de poterie.

On remarque donc, que pour les quatre nitrates expérimentés les différences très accusées au début, ont tendance à s'équilibrer plus

ou moins par la suite.

Pour les résultats des essais où la fumure a été effectuée 20 jours avant l'ensemencement, on fait les mêmes constatations que pour ceux où la fumure a eu lieu en même temps que le semis, exception faite d'une levée partout plus abondante; l'indice de variation étant inférieur pour tous les nitrates aux mêmes dates, sauf pour le nitrate de chaux 6 jours après l'ensemencement.

La somme des grains germés dans les six terres, sous l'action d'un même nitrate, nous donne l'ordre de la toxicité des nitrates pour l'ensemble des terres. En comparant ces sommes dans le tableau (1) on obtient l'ordre suivant: nitrate d'ammoniaque, nitrate de soude, nitrate de potasse, nitrate de chaux, qu'on les considère indifféremment 6, 10 ou 15 jours après l'ensemencement, que la fumure l'ait précédé, ou qu'elle ait été effectuée en même temps que lui.

En outre, (tableau 2) prise isolément la somme des grains germés dans chaque terre sous l'action de chacun des nitrates, peut être un facteur de taxinomie, permettant d'établir un classement des terres suivant la toxicité en quelque sorte additive de ces 4 nitrates. Nous trouvons encore la terre acide, la terre de poterie et la terre alcaline comme étant celles où l'action des nitrates est la plus forte. Cependant 15 jours après l'ensemencement la terre acide cède la première place à la terre de poterie. A cette même dose l'ordre observé est le même, que la fumure ait été faite en même temps que le semis ou qu'elle l'ait précédé de 20 jours, la terre de poterie étant la plus sensible à l'action additive des 4 nitrates, suivie de la terre acide, la terre alcaline, du terreau et de la terre franche (nous avons excepté les essais dans le sable à cause de l'erreur déjà signalée).

C'est donc dans la terre franche, puis dans le terreau que les différents nitrates produisent l'effet le moins toxique

Conclusion.— Quelle portée pratique attribuer à ces essais?

Nous nous garderons d'en tirer des conclusions quant à leur rapport avec la pratique agricole; de nombreux facteurs, dont nous avons ici évité l'influence interviendraient pour en modifier les résultats. On rencontrerait d'ailleurs difficilement dans la pratique agricole normale des conditions agrologiques si dissemblables: cultiver du blé dans une terre acide, une terre de poterie, une terre de jardin potager ou dans du sable n'a jamais passé pour une pratique agricole recommandable, mais c'est précisément pour marquer davantage l'action des engrais employés en exagérant les différences de milieu que nous avons choisi des terres si dissemblables. Mais dans les conditions où nous nous sommes placé, ces essais ont une valeur comparative quant aux engrais utilisés, et c'est le but que nous avons poursuivi.

Comment se comporte le grain en germination et plus tard la plante, quand on le fait germer, puis végéter dans des terres de nature dissemblable et sous l'action des doses croissantes de différents nitrates?

Il ressort de nos essais qu'on peut classer les terres employées en deux catégories bien distinctes quant à l'effet que les nitrates y produisent :

1^o/ Dans la première figurent la terre franche, le terreau et quelquefois la terre alcaline où l'emploi des nitrates est, suivant les doses, utile, indifférent ou toxique.

2^o/ Dans la deuxième se trouvent la terre acide et la terre de poterie (le sable y figurerait n'étant l'erreur due à l'arrosage) où les nitrates même à des doses couramment employées dans l'agriculture, sont plus ou moins défavorables et deviennent toxiques au delà de ces doses.

Dans le premier groupe de terres, parmi les doses employées on peut distinguer.

1^o/ Celles qui sont immédiatement favorables (nous pourrions dire stimulantes de la germination) et qui donnent lieu à une levée plus abondante et plus rapide et une végétation plus vigoureuse : ce sont pour tous les nitrates utilisés les doses de 200 et 500 kgs à l'Ha.

2^o/ Celles dont l'effet stimulant ne se fait sentir qu'après un certain nombre de jours, pendant lesquels une influence défavorable au début s'élimine : ce sont, suivant les nitrates, les doses de 1 à 8 tonnes. M. M. Maume et Dulac ont déjà fait cette constatation et remarquent que l'action quelquefois néfaste des engrais sur la germination peut s'atténuer par la suite.

3^o/ Celles qui sont restées toxiques pendant toute la durée de nos essais. Ce sont les doses supérieures à 8 tonnes.

Soulignons enfin ce fait qui mérite une mention spéciale : les nitrates à réaction alcaline sont les plus toxiques dans les terres de la même réaction, de même les nitrates à réaction acide jouissent d'une plus grande toxicité dans les terres à réaction acide. Ainsi le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque sont les plus toxiques dans la terre acide, alors que le nitrate de potasse et le nitrate de chaux sont les plus toxiques dans une terre à réaction alcaline comme la terre de poterie. Ce fait confirme l'opinion de Sigmund qui reconnaît que si un milieu légèrement alcalin favorise la germination, par contre il reconnaît aux milieux à réaction extrême, aussi bien très alcalins que très acides, un pouvoir nocif sur la germination.

ESSAIS EN POTS EN PLEIN AIR

Comme transition entre les essais effectués en pots au laboratoire, et ceux qui seront faits en pleine terre, nous avons jugé intéressant de procéder à une série d'expériences dans des pots exposés à l'air. Nous avons effectué un semis d'automne et un semis de printemps.

SEMIS D'AUTOMNE

Pour le semis d'automne l'ensemencement a été fait le 16 Octobre 1932. Afin d'aider la germination nous avons laissé séjourner les pots dans un local où la température était de 20° environ, mais dès que la levée a été signalée nous avons eu soin d'exposer les pots en plein air. Nous avons noté tous les jours, pendant toute la durée de la germination, le nombre de grains levés; et, dès que la hauteur des plantules a permis l'opération, nous avons mesuré la hauteur moyenne des tiges. Ces résultats ont été résumés dans une série de tableaux, trop longue pour être publiée. Aussi avons nous réuni en un seul tableau, que nous avons jugé être intéressant par les différences qu'il souligne, les résultats obtenus 10-20-38-60 et 150 jours après l'ensemencement.

Nous avons, pour ces essais, utilisé des pots cylindriques en tôle galvanisée de 20 cms de diamètre et de 30 cms de haut, et dont le fond est légèrement conique et tubulé. La capacité relativement grande de ces pots nous permettra de suivre les réactions de la plante jusqu'à un stade avancé de son développement et peut-être même jusqu'à sa complète maturité.

Les pots ont été remplis d'une terre de jardin; nous en avons fait l'analyse qui nous a donné les résultats suivants:

Azote	Pour 1000 de Terre Fine	2,77
Chaux	» » » » »	16,13
Potasse totale en K ² O	» » » » »	2,10
Potasse assimilable	» » » » »	0,44
Acide Phosphorique total en P ² O ⁵	» » » » »	2,07
Acide Phosphorique assimilable	» » » » »	0,40
Réaction pH		7,40

Chaque pot a reçu un même poids de terre; la dose d'engrais correspondante à leur surface a été mélangée avec la terre sous une

épaisseur de 4 cms à partir de la surface.

Les grains ont été ensuite semés à la planchette à raison de 30 par pot, à une profondeur de 25 m/m.

Nous avons envisagé deux cas de fumure : 1° en même temps que l'ensemencement, 2° au printemps en épandage sur les plantes provenant du semis d'automne. Nous avons en outre expérimenté sur trois variétés de blé : Vilmorin 27, Rouge d'Alsace 22 et Bastard de Rimpau, car il était intéressant de voir comment se comporteraient trois variétés différentes de blé dans des circonstances identiques.

Ces essais ont été effectués au début de notre travail; cela explique les doses relativement faibles que nous avons employées; nous croyions pouvoir atteindre le seuil de toxicité pour la germination avec trois tonnes à l'Ha.

Les doses utilisées pour chaque engrais ont été donc de 200 400-800-1600 et 3000 kgs à l'ha.

Observations 10 jours après l'ensemencement.—

L'examen du tableau 3 nous montre que les différences observées 10 jours après l'ensemencement peuvent être divisées en 3 groupes :

1°/ Les différences dues à la nature du nitrate.

2°/ Celles qui proviennent des doses et qui sont :

a) favorables à 200 et 400 kgs à l'ha.

b) nuisibles à des degrés différents à 800-1600 et 3000 kgs à l'h.

3°/ Les différences qui dépendent du comportement respectif des 3 variétés expérimentées.

Après les différences imputables aux doses qui sont persistantes et très marquées, les différences provenant de la résistance propre de chaque variété de blé sont les plus importantes.

Par contre la différence d'action des 4 nitrates expérimentés est à peine sensible; on remarque une action à peine plus défavorable du nitrate d'ammoniaque et du nitrate de soude sur le nitrate de chaux et le nitrate de potasse au delà de 800 kgs; fait qui confirme les expériences au laboratoire. Par la suite d'ailleurs, cette différence est de moins en moins marquée et tend à disparaître.

Les doses allant jusqu'à 400 kgs à l'ha accélèrent la végétation cette accélération se traduit par une levée plus rapide, et, plus tard, par une végétation plus homogène, plus vigoureuse, et mieux développée.

Au delà de 400 kgs à l'Ha, l'action stimulante fait place à une action de plus en plus déprimante et qui va jusqu'à arrêter totalement la germination à trois tonnes à l'Ha.

Si la différence provenant de la nature du nitrate n'est pas très marquée, par contre celle qui est produite par la nature du grain est très importante. Les trois variétés de blé jouissent d'une sensibilité assez inégale : le Rouge d'Alsace 22 est de loin le plus résistant et présente une levée de beaucoup supérieure à celui du Bastard de Rimpau et

du Vilmorin 27 qui est le moins résistant.

A partir de 300 kgs, pour le Bastard de Rimpau et le Vilmorin 27 spécialement, l'action déprimante des nitrates se manifeste par une levée moins abondante, une végétation terne, quelques rares coléoptiles écourtées.

Observations 20 jours après l'ensemencement.—

Différenciation de la première feuille.

Les lots ayant reçu 200 et 400 kgs de nitrate ont consolidé leurs avantages sur le témoin : alors que les plantules de celui-ci n'ont qu'une feuille les premiers cités voient leur deuxième feuille s'épanouir. Les témoins ne peuvent plus soutenir la comparaison avec les lots ayant reçu 200 et 400 kgs de nitrate, dont la végétation est plus vigoureuse, les feuilles d'un vert franc, plus larges et l'aspect général plus homogène. La légère différence d'action des quatre nitrates est encore visible quoique plus atténuée. Il en est de même pour les différences provenant du comportement des 3 variétés expérimentées.

Cependant 800 et 1600 kgs donnent des résultats inférieurs au témoin, la germination continue à être arrêtée à 3 tonnes.

Observations 38 jours après l'ensemencement.—

A cette date on observe déjà un tallage avancé dans les pots légèrement nitrates. L'avance dont jouissaient ces lots est donc bien due à une action utile persistante, puisque nous les voyons lever plus rapidement, présenter une végétation mieux développée, déployer plus tôt leur deuxième feuille et taller bien avant les témoins qui n'ont souvent en ce moment que leur deuxième feuille. Les différences dues aux nitrates, et aussi celles provenant des différentes variétés de blé tendent graduellement à disparaître. A l'action défavorable de la dose de 800 kg^s, succède un effet indifférent et quelquefois même utile, si l'on considère que la végétation a une apparence et une couleur plus vives et des feuilles sensiblement plus larges. A 1600 kgs, par contre, malgré une levée à peu près complète l'action continue à être néfaste. L'infériorité de ces lots est nette, la végétation est irrégulière c'est à dire tantôt comparable au témoin et tantôt chétive et terne.

A doses égales tous les nitrates produisent à très peu de chose près, le même effet. En somme les différences notées au début tendent graduellement à disparaître; il en est de même de la résistance propre à chaque variété de blé qui elle même subsiste à peine. La germination est arrêtée à 3 tonnes.

Observation 2 mois après l'ensemencement.—

Le tallage des témoins a eu lieu avec un retard de 12 jours sur les lots ayant reçu 200 et 400 kgs de nitrate. A ce moment ces lots

avaient déjà 2, 2,3 et 3 même quelquefois 4 talles. L'action indifférente de la dose de 800 kgs à l'Ha s'est muée en une action favorable visible par un tallage plus abondant sauf pour le nitrate d'ammoniaque qui est resté égal, peut être même légèrement inférieur au témoin. A 1600 kgs à l'Ha les signes d'intoxication (jaunissement des feuilles, aspect rabourgi) ont disparu peu à peu; mais les lots restent encore inférieurs au témoin; quelquefois ils présentent 3 feuilles et tallent.

Un fait important, et qui mérite une mention tout à fait spéciale est le suivant:

Après un retard de 6 semaines les lots ayant reçu une dose de 3 tonnes de nitrates à l'Ha ont levé. Au début la végétation passe par une phase de dépression: extrémité recourbée, coléoptile courte ou absente, tige effilée et jaunie. A cette phase succède une autre, ascendante où nous voyons la végétation prendre une tout autre apparence: le jaunissement a disparu, les feuilles deviennent larges et souples, l'état général change tellement qu'on ne trouve plus aucun signe d'intoxication.

C'est ensuite l'hiver. Durant cette saison les cultures en pots souffrent ordinairement du froid plus que les cultures en terre, mais il n'a pas été rude. On a enregistré deux gelées d'une semaine chacune où la température n'est guère descendue plus bas que 12°C. La moyenne des températures minimas pendant les quelques jours de gelée a été de -8 à -10°. Les mois de février fut plutôt doux et assez ensoleillé.

L'épandage sur les lots devant recevoir les nitrates au printemps a été fait le 20 mars. Si nous nous reportons au premier mai nous constatons que, des deux lots (le premier ayant été fumé en même temps que l'ensemencement et le second en mars) à doses égales, l'avantage du deuxième est très net surtout en ce qui concerne le développement de la végétation.

De plus, nous retrouvons une situation totalement renversée: les lots ayant reçu 800-1600 et 3000 kgs de nitrate ont pris un net avantage sur ceux qui n'en ont que 200 ou 400, qui sont à peine supérieurs au témoins les premiers présentent un tallage plus abondant, une végétation plus développée avec des feuilles plus larges.

Dans la suite, à cause de la faible capacité des pots, ou peut-être de la sécheresse, les plantes ont manifesté, (même les témoins), des signes plus ou moins prononcés de jaunissement. Les différences observées jusqu'alors ont totalement disparu. Nous n'avons pu, malgré quelques arrosages sauver ces essais. La faible capacité des pots est peut-être la seule cause de cet accident. A regret nous avons dû interrompre ces observations à ce stade de la végétation, malgré notre désir d'observer leur comportement jusqu'à leur complète maturité.

Nous pouvons conclure que dans les conditions de nos expériences la dose de 3 tonnes à l'Ha de quelque nitrate qu'il s'agisse est tout au plus une dose antigermineuse inhibitrice. A cette dose les nitrates

plongent les grains, en quelque sorte dans un état de léthargie d'où ils sont tirés par l'élimination des engrais.

Si nous comparons ces essais à ceux effectués au laboratoire nous constatons que les perturbations provoquées par les nitrates sont ici de plus longue durée.

Les doses employées peuvent être classées en deux catégories :

1^o Celles qui sont immédiatement favorables.

2^o Celles qui, défavorables au début, deviennent stimulantes par la suite, à mesure que s'élimine l'influence fâcheuse des nitrates

Tous les nitrates sont stimulants presque au même degré à 200 et 400 kgs à l'Ha. Cette stimulation est nette, persistante et se traduit par une levée plus rapide, une végétation mieux développée et un tallage précoce.

Les doses de 800-1600-3000 kgs à l'Ha sont défavorables au début de la végétation; mais soit parcequ'ils sont entraînés, par les eaux de pluie ou qu'ils subissent des réactions dans la terre, la toxicité des nitrates s'atténue graduellement et fait place par la suite à une action utile.

Au début de la végétation et au delà de 400 kgs l'action la plus nocive parmi les 4 nitrates expérimentés, semble être produite par le nitrate d'ammoniaque; moins énergiquement, le nitrate de soude a la même influence. Le nitrate de potasse et le nitrate de chaux sont les moins toxiques.

Il importe de souligner que les 3 variétés de blé ont une résistance propre. Le Rouge d'Alsace 22 résiste beaucoup plus que le Bastard de Rimpau et le Vilmorin 27.

SEMIS DE PRINTEMPS

A cause des conditions climatiques (température, pluviométrie, évaporation etc.) auxquelles il est soumis le semis de printemps est intéressant à effectuer par les comparaisons qu'on pourrait faire avec le semis d'automne. Nous avons expérimenté sur la variété Manitoba, à raison de 20 grains par pot, semés à la planchette dans des pots semblables à ceux utilisés dans le semis d'automne, et remplis de la même terre. Nous avons encore envisagé deux cas de fumure avec des doses de 6-9-12-15-20 tonnes de nitrate à l'Ha. Dans le premier cas la fumure se fait en même temps que l'ensemencement, la dose correspondante de nitrate étant mélangée avec la terre sous une épaisseur de 4 cm. Le semis est effectué le 5 mars.

Le deuxième se fait en épandage à la surface du pot immédiatement après l'ensemencement.

Encouragé par le semis d'automne, où la dose de 3 tonnes à l'Ha n'a fait que retarder la germination au début et qui, par la suite a vu cette action nuisible se muer en une autre favorable; et aussi par les essais en terre pleine où l'action plus ou moins toxique n'a lieu que

vers les 15 tonnes, nous avons cru bon de ne pas nous attarder dans les doses voisines de 3 tonnes à l'Ha. Mais il fallait tenir compte d'un régime pluviométrique tout différent, dont nous pouvons maintenant mesurer l'importance. Car si l'on pense au manque de pluies auquel vient s'ajouter l'évaporation très intense qui se chiffre par 80 ou 100 cm³ par pot et qui correspond à 0,6 mm ou 0,8 mm de pluie par jour, il est facile de comprendre, qu'une solution très concentrée de nitrate se forme ainsi au voisinage des grains et dont le contact les empêche de germer, chose qui n'a pas lieu en automne où les pluies sont fréquentes et où la moyenne de l'évaporation est beaucoup plus faible.

Nous n'avons relevé que 4 de nos observations quotidiennes que nous avons seules jugées intéressantes et qui présentent l'état de la végétation 7-13-21-41 jours après le semis.

1^{er} cas de fumure. — Mélange de l'engrais avec la terre.

Parmi les doses employées, seules celles de 6 tonnes pour le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque et de 6 et 9 tonnes pour le nitrate de chaux et le nitrate de potasse, ont permis une très faible germination.

Pour ne pas charger inutilement notre tableau nous ne publierons que les résultats obtenus avec ces doses, en soulignant que celles qui en sont absentes ont empêché toute germination.

Contrairement à ce qui a été observé pour le semis d'automne en ce qui concerne l'action des différents nitrates, le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude agissent plus énergiquement que le nitrate de chaux et le nitrate de potasse; et leur action deux par deux est à peu près similaire; aussi les traiterons nous de concert. A 6 tonnes le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque retardent de 3 semaines la germination, au bout desquelles on voit apparaître trois et deux plantules sans coléoptile. L'extrémité de la feuille est filiforme, rabougrie et jaunie et les plantules ne tarderont pas à être tuées, on les retrouvera sèches et flasques sur le sol. Notons que 2 des plantules qui ont atteint 60 m/m, ont 5 feuilles sans taller. Ces feuilles partent toutes d'un même noeud.

Nitrate de potasse et nitrate de chaux. La levée s'effectue avec environ 2 semaines de retard. Les plantes ayant levé du 13^{ème} au 21^{ème} jour ont un aspect souffreteux, d'un vert terne ou jaunissant. L'absence de coléoptile est assez fréquente et l'extrémité des tiges est plus ou moins corrodée. 41 jours après l'ensemencement les plantules ayant survécu reprennent le dessus, recouvrent leur couleur normale présentent un aspect vigoureux et ont 2 ou 3 talles. Assez souvent les deux premières feuilles se sont desséchées.

Fumure en épandage. — Ce mode de fumure a permis aux grains de germer et de lever normalement aucune pluie ni aucun arrosage n'ayant aidé à la pénétration des nitrates, l'évaporation aidant, les ni-

trates se maintiennent à la surface, de sorte que la levée se fait comme dans les témoins. On voit les plantules traverser l'épaisse couche d'engrais et percer, pourvues d'une coléoptile quelquefois jaune, quelquefois même brune, souvent flasque.

Par la suite le contact du nitrate réduit considérablement la levée; 21 jours après l'ensemencement elle est diminuée du tiers ou de la moitié suivant la nature du nitrate et de la dose employée; toute végétation disparaît même pour les doses dépassant les 6 tonnes à l'Ha de nitrate d'ammoniaque et de nitrate de soude.

SEMIS DE PRINTEMPS EN POTS

		DOSES EN TONNES à l'Ha.	7 J		13 J		21 J		41 J		TAL- LAGE	
			LEV. HAUT.		LEV. HAUT.		LEV. HAUT.		LEV. HAUT.			
Témoin			20	P	25	20	30	75	30	145	3	
ENGR. ME- LANGE A LA TERRE	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	NO ³ Na
	6	0	0	2	P	9	40	7	100	4	}	NO ³ K
	9	0	0	1	P	3	20	1	00	0		NO ³ NH ⁴
	6	0	0	0	0	2	15	0	0	0	}	(NO ³) ² Ca
	6	0	0	2	P	10	35	9	110	3		
	9	0	0	0	0	4	10	1	85	3		
ENGRAIS EN ÉPANDAGE	6	20	P	20	10	9	30	4	75	3	}	NO ³ Na
	6	21	P	22	15	15	50	10	135	3		
	9	24	P	24	15	14	40	8	100	4	}	NO ³ K
	12	22	P	22	10	10	25	5	100	3		
	15	20	P	21	P	8	10	1	70	4	}	NO ³ NH ⁴
	20	21	P	21	P	5	10	0	0	0		
	6	23	P	23	P	6	20	3	80	0	}	(NO ³) ² Ca
	6	21	P	21	15	14	35	12	130			
	9	23	P	23	15	15	30	0	100			
	12	22	P	23	5	13	30	4	90			
	15	21	P	21	P	9	15	2	70			
	20	20	P	20	P	7	10	0	0			
	0,4	22	10	25	25	30	90	30	150	3	NO ³ Na	
	0,4	25	10	28	25	29	80	29	155	3	NO ³ K	
	0,4	22	10	26	25	28	85	28	150	3	NO ³ NH ⁴	
	0,4	22	10	25	30	29	95	29	160	3	(NO ³) ² Ca	

De même que précédemment le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque ont produit l'action la plus toxique; elle est plus atténuée pour le nitrate de potasse et le nitrate de chaux; jusqu'à 20 tonnes ils permettent encore au 1/6 des plantes de végéter.

Pour le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque les lots sont irréguliers; tantôt bien développés verts à feuilles larges, sur le point de taller, et tantôt souffreteux, déprimés et jauniss.

41 jours après l'ensemencement, les plantules qui avaient l'aspect maladif ont été tuées. Celles qui ont survécu tallent normalement et

sont vigoureuses quoique moins développées en hauteur que les autres lots aux mêmes doses.

Le nitrate de chaux et le nitrate de potasse sont nettement moins toxiques que les précédents, mais leur toxicité suit également la même courbe que ceux-ci: même levée abondante au début, même diminution graduelle par la suite.

21 jours après le semis, l'aspect des plantules permet déjà de prévoir l'action définitive: celles qui résisteront sont vertes, vives, avec des feuilles larges, quelquefois même elles tallent, tandis que celles qui périront sont souffreteuses, ternes et plus ou moins penchées.

L'influence des doses est manifeste et se traduit soit par une végétation plus ou moins abondante et développée soit par des signes d'intoxication plus ou moins marqués: jaunissement, aspect chétif etc.

41 jours après l'ensemencement comme nous l'avions prévu le nombre de plantes par pot est encore réduit. Cette réduction faible à 6 tonnes est plus importante aux plus fortes doses: elle est de 50% de 9 à 12 tonnes. Toute végétation a disparu à 20 tonnes tandis qu'à 15 il ne reste dans chaque pot qu'une plante ou deux. Les survivantes ne présentent plus aucune trace d'intoxication et ont 3 ou 4 talles. Mais tandis qu'à 12 et 15 tonnes les feuilles et les talles sont étalées sur le sol à 6 et 8 tonnes elles sont dressées en faisceau. Les témoins sont encore plus compacts.

Conclusion.— Sans attribuer à ces chiffres plus d'importance qu'ils n'en méritent, nous pouvons cependant tirer de ces résultats une conclusion en ce qui concerne le seuil de toxicité des différents nitrates, qui, étant sous la dépendance de nombreux facteurs (pluviométrie, température etc.), n'ont, comme on l'a remarqué, rien d'immuable. Quoi qu'il en soit on peut avancer que, dans les conditions où nous nous sommes placé, le seuil de toxicité des nitrates pour le blé est beaucoup plus bas pour un semis de printemps que pour un semis d'automne. Ceci incombe, croyons nous, pour la plus grande part, à l'intensité de l'évaporation au printemps et en été qui, ajoutée à la quantité relativement faible de pluie, contribue à maintenir constamment à la surface des pots une solution très concentrée de l'engrais.

Mais des deux modes de fumure adoptés (mélange de l'engrais à la terre, et épandage à la surface) c'est le premier qui, produisant à des doses égales une action nettement plus toxique, s'avère le plus nocif.

Quant à la courbe de la toxicité elle est l'inverse de celle du semis d'automne, c'est à dire que, loin de s'atténuer avec le temps elle s'intensifie surtout en ce qui concerne la fumure en épandage.

Contrairement à ce qui a été observé dans le semis d'automne, les différences produites par le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque d'une part et, d'autre part, par le nitrate de chaux et le nitrate de potasse, sont très dissemblables. Le premier groupe de nitrates

empêchant toute végétation à 6 tonnes à l'Ha et, à la même dose, le deuxième permet encore au tiers des grains de végéter. La différence en question est plus marquée encore pour la fumure en épandage où le deuxième à 12 tonnes permet au 1/6 des grains de végéter et même d'arriver à maturité.

Pour vérifier l'action stimulante des nitrates observée dans le semis d'automne nous avons jugé bon d'effectuer une série d'expériences avec une dose de 400 kgs à l'Ha.

7 jours après l'ensemencement la levée a été plus abondante comparée au témoin. Plus tard la croissance est plus rapide et plus homogène.

21 jours après le semis le tallage est déjà avancé: plus de 40% des plantes tallent tandis que le témoin n'a encore pas 3 feuilles.

41 jours après l'ensemencement l'avantage est encore visible quoique moins accentué.

Dans quelques pots, à titre de curiosité, nous avons semé du Manitoba et, 15 jours après la levée, nous avons effectué un épandage de 200 kgs 3-6-9-15 et 20 tonnes de nitrate de soude et de potasse.

Nous observons pour le nitrate de soude, après l'épandage à partir de 3 tonnes une période de dépression.

Une période de sécheresse a succédé à cet épandage et toutes les plantes ont disparu au delà de 6 tonnes de nitrate de soude.

Après une période de dépression au début, on remarque que les plantes jaunissent de plus en plus et se dessèchent.

Le nitrate de potasse est moins actif que le nitrate de soude, il réduit notablement la végétation mais permet encore au 1/6 des plantes de végéter à 20 tonnes à l'Ha.

Les sujets ayant survécu à l'action des nitrates se différencient du témoin (surtout pour le nitrate de potasse) en ce qu'ils sont largement étalés sur le sol. Plus tard leur montaison est lâche. Contrairement à celle du témoin qui se fait en faisceau plutôt compact.

ESSAIS EN PLEINE TERRE

Nos essais en pleine terre ont été effectués en partie sur le champ d'expérience de M. le Professeur Edmond Gain au Parc Olry et en partie à Tomblaine sur celui de la Station Agronomique de Nancy.

Nous donnons ci dessous les résultats de l'analyse physique et chimique de ces deux terres de natures géologiques différentes :

Tomblaine (Lias)

Olry (Alluvions modernes)

Analyse chimique	Olry	Tomblaine
Azote pour 1000 grs. de terre fine	2,912	2,268
Chaux	28,592	28,420
Potasse totale en K ² O	3, 11	2, 06
Potasse assimilable	0, 76	0, 41
Acide phosphorique total en P ² O ⁵	1, 98	2, 9
Acide phosphorique assimilable	0, 36	0, 72
PH	7, 2	7, 70
Analyse physique		
Pour 1000 grs. de terre fine		
Sable grossier siliceux	420,8	461,6
Sable grossier calcaire	164,8	79,4
Sable fin siliceux	164	97
Sable fin calcaire	196	24
Limon	193	77
Argile	120	201
Humus	91	60

Deux terres suffisamment pourvues en éléments fertilisants, celle de Tomblaine étant sensiblement plus riche en chaux et acide phosphorique et celle d'Olry en potasse.

La terre d'Olry est plus fine que celle de Tomblaine.

SEMIS D'AUTOMNE 1932

Nos premiers essais en pleine terre ont été effectués en automne 1932, où nous avons expérimenté sur trois variétés de blé d'automne :

Le Rouge d'Alsace 22

Le Vilmorin 27

Le Bastard de Rimpau.

Ces semences n'ont reçu aucune désinfection.

Le terrain ayant été soigneusement préparé, nous avons procédé au semis à la ligne, en envisageant deux densités différentes : la première normale correspondant à 150 kg; à l'Ha, la seconde double de celle couramment employée dans la pratique, soit 300 kgs à l'Ha; pour étudier l'influence de l'action toxique sur des densités différentes de semis.

Il a déjà été constaté qu'une quantité donnée d'un corps, mortel pour une seule plante devient inoffensive pour plusieurs plantes.

Nous avons utilisé un seul nitrate : le nitrate de soude synthétique (le même que celui employé dans nos essais en pots.)

Nous avons pesé la dose correspondante de nitrate par mètre carré que nous avons mélangée à la terre sous une épaisseur de 4 à 5 cm.

Avant d'utiliser les nitrates, à cause de la difficulté d'effectuer un épandage homogène vu leur grande hygroscopicité, nous avons essayé de les déshydrater sur un radiateur pendant 3 ou 4 jours, après quoi, ayant dosé leur humidité nous les avons pesés soigneusement en tenant compte de celle-ci.

Nous avons utilisé 5 doses soit : 200-400-600 kgs-1 et 2 T à l'Ha et 3 cas de fumure :

- 1°/ L'engrais mélangé à la terre au moment de l'ensemencement.
- 2°/ La moitié de ces mêmes doses mélangée à la terre, l'autre moitié à donner en épandage au printemps.
- 3°/ Ces mêmes doses en couverture au printemps, sur un semis d'automne.

Le semis plutôt tardif a été effectué sur un sol humide.

Appréciation des différences dues aux différentes doses.

Nous avons d'abord essayé de faire le dénombrement des grains levés, travail malaisé et sujet à erreur vu la densité du semis; aussi les observations les plus importantes traiteront-elles du retard apporté à la levée par les différentes doses, et de leur influence sur la végétation, sa hauteur et son état général.

Rouge d'Alsace 22

La levée a eu lieu 12 jours après le semis, les carrés ayant reçu 200 kgs. de nitrate de soude pointent les premiers. Avec un retard de 3 à 4 jours lèvent d'abord les lots ayant reçu 400 kgs et ensuite les témoins, alors que ceux ayant 600 kgs possèdent une semaine de retard sur les premiers levés. 1 T retarde la levée de 18 jours et 2 T d'à peu près 5 semaines (sur base du témoin)

Comme nous l'avons déjà dit la densité du semis rendait le comptage difficile et sujet à erreur nous avons cependant essayé de le faire pour les lots à densité normale 15 grs par m². Les résultats relevés de cette levée nous permettent d'avancer les faits suivants :

La levée du témoin a été graduelle, et plutôt lente 263 levées après 10 jours, alors que les lots ayant reçu 200 et 400 kgs ont respectivement 282 et 271 levées 5 jours après les premières manifestations de germination. Ces chiffres resteront inchangés. La levée dans le lot ayant reçu 600 kgs. est visiblement plus lente que celle du témoin, la végétation peu homogène présente en certains points du carré, un léger jaunissement. A 1 T, 20 jours après les premières levées on observe encore une légère augmentation dans la levée (171 à cette date); elle est donc retardée et les plantules qui apparaissent sont souffreteuses, effilées quelquefois entièrement jaunies avec les extrémités recourbées.

A 2 T, ces symptômes sont encore plus accusés, la levée est plus lente et la végétation clairsemée et jaunie, contrastant visiblement avec celle, vigoureuse, homogène et d'un vert foncé qui caractérise les lots ayant reçu 200 et 400 kgs. de nitrate.

Un mois après le semis les différences vont s'accuser, le témoin a environ 40 m/m de haut et une seule feuille. Les lots à 200 et 400 kgs de nitrate présentent deux feuilles et la plupart ont plus de 65 m/m, l'aspect vigoureux, les feuilles larges bien étalées d'un vert foncé.

Le lot de 600 kgs est à peu près comparable au témoin, les rares jaunissements ont disparu, les feuilles sont plus vertes que celles de ce dernier, et l'aspect général homogène. A 1 T, à cette date la végétation est très clairsemée, chétive et la plupart des plantules percent à peine. Il est difficile de pouvoir mesurer la hauteur moyenne des plantules, à vue d'œil elles n'ont certainement pas plus de 15 m/m.

A 2 T, on ne note encore pas de levée.

7 semaines après l'ensemencement les lots à 200 et 400 kgs. de nitrate commencent à taller (à 400 kgs. le tallage est même plus avancé: 60% environ).

Le témoin n'a que deux feuilles, rarement trois, quelquefois même une seule.

Le lot à 600 kgs., toujours comparable au témoin, présente quelques tallages parmi les plantules situées en bordure, mais la grande majorité n'a que deux feuilles.

1 T, maintient les plantes dans un état d'infériorité très marqué. Celles-ci ont 25 m/m et une seule feuille, le plus souvent jaunie sur toute sa longueur. Le lot est peu homogène et son état général très débile. 2 T, après 5 semaines de retard dans la levée donnent lieu à une végétation très clairsemée, filiforme et d'aspect singulièrement affecté; les feuilles ont un peu meilleur aspect.

Au début des grands froids les plantules issues des lots témoins n'ont pas encore tallé, bon nombre ont trois feuilles mais la plupart n'en ont que deux; celles au contraire ayant reçu 200 et surtout 400 kgs. à l'Ha tallent, il est même qui ont leur cinquième feuille, elles possèdent toutes généralement une à deux talles vigoureuses.

600 kgs. à l'Ha accusent une légère supériorité sur le témoin, la

plupart des plantules ont trois feuilles et en bordure, presque toutes ont tallé, mais le lot est irrégulier, les mieux développées étant celles de la périphérie.

Les parcelles ayant reçu 1 et 2 T, présentent une végétation peu homogène, n'ayant qu'une seule feuille, très rarement deux, et jaunie sur toute sa longueur, 2 m/m de haut en moyenne.

Nous sommes occupé jusqu'ici à considérer l'action du nitrate de soude sur le Rouge d'Alsace 22, si nous comparons cette action à celle produite sur le Bastard de Rimpau et le Vilmorin 27, nous voyons que ces deux variétés sont nettement plus sensibles à son action. (Tout au plus peut-on faire une réserve sur une différence de comportement du Vilmorin 27 qui est un peu plus résistant que le Bastard de Rimpau).

Il convient de noter avant tout, que ces deux variétés de même que le Rouge d'Alsace 22 se sont montrées sensibles à l'action favorable de 200 et 400 kgs. de nitrate, tant pour la levée, que pour le début de la végétation et plus tard pour le tallage, inexistant dans les lots témoins qui n'ont souvent au début des grands froids que deux feuilles.

Le Bastard de Rimpau et le Vilmorin 27 ont levé avec un certain retard sur le Rouge d'Alsace 22 (plus de 4 jours).

La plus grande sensibilité du Vilmorin 27 et du Bastard de Rimpau vis à vis des fortes doses des nitrates ne se traduit pas seulement à doses égales sur le Rouge d'Alsace 22, mais aussi par une levée plus réduite (infériorité de 20 à 50 grains à 1 et 2 T) et une végétation moins homogène et plus affectée.

Si nous observons maintenant les différences produites par une densité double du semis nous voyons qu'elle n'apporte aucune modification sur l'action toxique, et celle-ci est comparable aux mêmes doses quelle que soit la densité du semis. Mais si l'action toxique est comparable, l'action favorable, résultat de l'apport de 200 et 400 kgs de nitrate, au contraire (si l'on excepte la levée) n'est pas aussi marquée dans les lots à densité double.

Si le maximum de l'action favorable à la levée est à 200 et 400 kgs par contre, plus tard lors du tallage de ces lots c'est à 600 kgs que l'on observe le plus grand pourcentage de pieds tallés. Ce fait a été remarqué pour les 3 variétés de blé; mais plus particulièrement pour le Rouge d'Alsace 22.

Nous avons en février 1933 dû interrompre nos études et quitter Nancy pour raisons de santé. Nous n'avons donc en ce qui concerne l'état de végétation de février à juin 1933 que les notes recueillies par M. Bregeon, Chef des Serres du Jardin Botanique, à qui nous devons également d'avoir complété en Mars notre plan de culture. On note ainsi jusqu'à la fin de l'hiver, ce qui est compréhensible un état stationnaire de la végétation, les différences étant maintenues. L'hiver a été plu-

tôt doux et les cultures n'en ont pas souffert.

L'épandage en couverture du nitrate sur les carrés devant le recevoir en printemps a été fait le 15 Mars. Vers la fin d'Avril les différences qui caractérisaient l'avantage de certains lots ainsi que le retard de ceux ayant été fortement fumés en automne s'équilibrent graduellement. Bientôt ces derniers présenteront même une végétation plus abondante et plus vigoureuse, il semble que le tallage y ait été plus abondant; nous n'avons malheureusement aucune indication sur l'épiaison, la floraison et autres observations utiles, en outre la récolte a été faite le 12 juin, en notre absence, alors que le blé n'était pas encore arrivé à maturité. De ce fait nous ne pouvons donner aucun résultat concernant le rendement si ce n'est le poids total de récolte par mètre carré. Nous donnerons quelques chiffres concernant le Rouge d'Alsace 22, les deux autres variétés s'étant comportées à peu près de la même façon; ces poids représentent ceux des germes arrachées et non fauchées.

Ronge d'Alsace 22 à Olry

Automne 1932

Poids total de récolte par mètre carré.

		kgs.
Témoin :	15 grs. de semence par m ²	2,400
	20 grs. NO ³ Na en même temps que le semis	3,060
	40 » » » » » »	2,940
	60 » » » » » »	3,370
	100 » » » » » »	2,980
	200 » » » » » »	3,500
	20 grs. NO ³ Na en mars	2,600
	40 » » » » » »	2,420
	60 » » » » » »	2,380
	100 » » » » » »	2,850
	200 » » » » » »	3,010
	10 grs. NO ³ Na en automne 10 grs. en mars	2,800
	20 » » » » » »	2,850
	50 » » » » » »	2,980
	100 » » » » » »	3,105
Témoin :	30 grs. de semence par m ²	3,300
	20 grs. NO ³ Na en même temps que le semis	3,040
	40 » » » » » »	3,100
	50 » » » » » »	3,500
	100 » » » » » »	2,900
	200 » » » » » »	3,410
	20 grs. NO ³ Na en mars	3,305
	30 » » » » » »	3,080
	50 » » » » » »	3,650
	100 » » » » » »	3,400
	200 » » » » » »	4,000

On a noté à la suite de l'apport de 1 et 2T de nitrate au printemps un léger jaunissement sur les feuilles (qu'il convient d'attribuer à l'action corrosive du contact du nitrate avec les feuilles), jaunissement qui a d'ailleurs disparu aussitôt après les premières pluies.

Ces essais sont évidemment très incomplets, n'ayant apporté aucune indication sur la période de végétation proprement dite, ni sur le rendement. Mais il se dégage un fait d'une importance pratique indéniable. Nous pouvons d'abord «retenir que les doses couramment utilisées dans la pratique agricole, ne possèdent aucune action si peu toxique soit elle vis à vis du blé en germination dans la terre». Pour obtenir une action empêchante il faut comme on le voit, faire un apport supérieur à 600 kgs. à l'Ha; 1 et 2T sont susceptibles d'amener un retard variant de 2 à 5 semaines dans la levée et de provoquer des troubles sur le début de la végétation, sans cependant exercer une action mortelle tant sur les grains en germination, que sur les plantules au printemps.

Cette action empêchante au début n'est que passagère, et la végétation reprend le dessus, aussitôt que par les eaux de pluies ou par les transformations que subit l'engrais dans le sol, son influence néfaste s'élimine.

Nous retiendrons en outre, que l'action toxique est la même quelle que soit la densité du semis. Nous soulignerons, de même que dans les essais en pots, et en solutions, une plus grande résistance du Rouge d'Alsace 22, comparé au Vilmorin 27 et au Bastard de Rimpau.

Si l'action de 1 et 2 T occasionne un certain trouble sur le blé en germination, ces doses ne provoquent aucune perturbation sur les plantules en végétation.

Il est naturel de penser que l'action d'une même dose, ait été beaucoup plus violente sur un grain en germination que sur le végétal développé, c'est ce que nous montrent les différences d'action dues aux apports effectués en automne où les troubles sont plus graves qu'au printemps, où ils n'apportent aucune perturbation.

Mais le fait le plus saillant, et qui sera peut-être appelé un jour à trouver son application dans l'agriculture est: qu'un apport en même temps que le semis de 200 à 400 kgs. de nitrate de soude par Ha produit «une action favorable se traduisant comme nous l'avons déjà remarqué dans les expériences en pots par une levée rapide, plus abondante et surtout plus homogène que le témoin, ensuite les plantules issues de ces lots présentent une végétation plus homogène, vigoureuse et d'un vert très caractéristique. Cet avantage va s'accuser, il en résultera un tallage précoce.

On sait l'importance que présente ce fait dans un semis tardif, ce coup de fouet permettant aux plantules d'atteindre les grands froids pourvues de 4 feuilles et ayant déjà tallé.

M. Ch. Crépin, nous montre que les plantules qui n'ont pas 3 feuilles au moment des grands froids, c'est-à-dire celles qui sont issues du semis fait en novembre (en année normale et sous le climat de Bourgogne) sont plus sujettes à être tuées par le décollement gangréneux.

Toutes celles au contraire qui ont plus de 3 feuilles c'est-à-dire celles issues d'un semis fait au début d'octobre n'ont d'après l'auteur pas leur vie en danger, grâce à la présence de racines coronales (apparus en même temps que leur première talle) qui rendent non indispensables les premières racines.

Le décollement gangréneux sépare au niveau du sol la partie aérienne de la partie souterraine de la plante, et les plantes atteintes de ce mal sont immédiatement perdues, parce que privées d'aliments. » Chez les plantes ayant 4 ou 5 feuilles les racines coronales sont déjà assez fortes et assez nombreuses pour suffire à l'alimentation.

On voit donc l'avantage qu'aurait à tirer d'une addition de nitrate en même temps que le semis, l'agriculteur obligé d'effectuer des semailles tardives (sous un climat semblable à celui de la Lorraine).

Les plantes mieux développées, et ayant tallé plus tôt sont ainsi à l'abri du décollement gangréneux.

En automne 1933 nous avons effectué des essais en pleine terre au parc Olry et à Tomblaine. Nous avons semé à la planche, procédé depuis longtemps adopté à la Station Agronomique de Nancy et qui présente l'avantage de permettre, lors de la levée, un comptage facile et sûr.

En outre, par cette méthode, les grains sont tous placés dans les mêmes conditions : espacement, profondeur. Ce procédé consiste à placer un grain dans chacune des 120 perforations d'une planche ayant 1 mètre carré de surface, et à enfoncer ces grains à l'aide d'un plantoir.

On règle à volonté la profondeur du semis à l'aide d'une clavette.

Incertains sur l'importance de la diffusion latérale, nous avons séparé nos parcelles suivant l'espace dont nous disposions de 40 à 70 cm.

A Tomblaine nos essais ont succédé à une culture de pomme de terre, l'assolement étant triennal où le blé suit la plante sarclée, soit blé, avoine, pomme de terre.

A Olry, par contre, nous avons dû cultiver blé sur blé.

Les engrais n'ayant pu nous être livrés que vers la fin d'octobre les semailles ont été tardives.

Titre des nitrates utilisés dans nos essais en pots et en pleine terre:

NO ³ Na pur	16,47%	d'azote
NO ³ Na synthétique	15,97%	»
NO ³ K synthétique	13,44%	»
NO ³ NH ⁴ synthétique	17,05%	»
(NO ³) ² Ca synthétique	14,51%	»

Pour ce qui est des doses, ayant remarqué dans les essais de l'année précédente, que 2 et 3 T n'ont qu'une action néfaste passagère et qui, plus tard, fait place à une autre favorable, si l'on tient compte du poids total de récolte par mètre carré, nous avons cherché l'action mortelle à des doses supérieures à 10 T par Ha.

Avant leur épandage, tous les nitrates ont été finement broyés, puis placés sur un radiateur pour les déshydrater autant que possible, puis leur humidité ayant été dosée, nous en avons tenu compte et les sachets contenant la quantité correspondante à chaque carré n'ont été préparés qu'un jour avant l'épandage des engrais.

Les résultats de nos essais à Tomblaine reposent sur une série d'expériences répétées 3 fois. A Olry, par contre, nous n'avons pu les répéter, ils ne reposent que sur une seule expérience.

Comme on peut le voir dans les résultats de l'analyse chimique les 2 terres: de Tomblaine et d'Olry sont de richesse à peu près égale (Olry accusant un léger manque de chaux).

Nous avons jugé intéressant d'étudier l'action de doses croissantes de nitrates dans ces 2 terres, la deuxième (Olry) ayant reçu préalablement la dose correspondante à 500 kgs. de scories et autant de chlorure de potassium, nous avons fait l'analyse de ces engrais qui nous ont donné: Scories: 17,27% d'acide phosphorique total en P_2O_5 et 47,60% de chaux en CaO

Chlorure de potassium: 52% de potasse en K_2O .

Nous comparerons ainsi l'action des nitrates dans ces deux terres, l'une ayant reçu une fumure complète. Cet apport a son importance par son pouvoir antagoniste possible; il procure, en outre, une alimentation complète aux plantules, qui mieux nourries, seront peut-être plus aptes à subir l'action déprimante de fortes doses de nitrate.

Nous traiterons l'action des nitrates sur ces deux terres séparément, en commençant par les essais au parc Olry.

Les doses utilisées à Olry sont les suivantes: 2-3-4-5-7-9 et 20 T à l'Ha de nitrate de soude, de potasse, d'ammoniaque et de chaux. Le terrain soigneusement préparé, a reçu le 21 octobre le chlorure de potassium et les scories; nous avons, le 31, procédé à l'ensemencement de nos parcelles dans un sol plutôt humide. Les nitrates ont été épandus à la surface 5 jours après. Une période de temps relativement beau a succédé à l'épandage.

Quelques légères pluies aidant, les nitrates les plus hygroscopiques, qui sont aussi les plus solubles d'après les tableaux de M. M. Landolt-Bornstein n'ont laissé aucune trace à la surface des parcelles, par contre, les nitrates de soude et de potasse moins solubles, sont encore visibles.

Nos observations seront de deux ordres: les unes ayant trait à la végétation et au début de la croissance, le retard apporté à la levée les manifestations de la toxicité sur les plantules, la durée de cette

action, date et mode de tallage et de montaison, épiaison, floraison, maturité et morphologie externe, hauteur et forme des tiges, longueur des épis, des grains et les particularités exceptionnelles qui pourraient se présenter.

Les autres, que nous réunirons dans des tableaux, traiteront du nombre d'épis par mètre carré, coefficient de tallage, rendement en grains et en paille rapporté en quintaux à l'Ha, poids de grains par épi, rapport grain sur gerbe.

INFLUENCE DES NITRATES SUR LA VÉGÉTATION ET LA MORPHOLOGIE EXTERNE DU BLÉ

Automne 1933 à Olry.

Deux semaines environ après le semis, dans les lots témoins on observe un commencement de levée plutôt graduel.

Nous publions deux tableaux de la levée qui donnent un aperçu exact, du retard provoqué dans la levée par les différents nitrates, le premier le 15 décembre et le second le 25 janvier, soit un mois et demi et trois mois après l'ensemencement.

Levée au 15 décembre 1933.

Témoin : 68 levées

Doses	NO^3K	NO^3Na	NO^3NH^4	$(\text{NO}^3)^2\text{Ca}$
2 T	41	16	40	42
3	34	6	20	18
4	32	4	22	19
5	30	0	0	29
7	27	0	0	4
9	38	0	0	1
20	0	0	0	0

Levée au 25 janvier 1934.

Témoin : 77 levées

Doses	NO^3K	NO^3Na	NO^3NH^4	$(\text{NO}^3)^2\text{Ca}$
2 T	74	68	80	88
3	71	40	47	61
4	82	50	60	59
5	60	42	47	70
7	63	25	40	40
9	71	23	10	12
20	22	3	3	4

Levée définitive.

Témoin : 80 levées

Doses	NO^3K	NO^3Na	NO^3NH^4	$(\text{NO}^3)_2\text{Ca}$
2 T	83	85	78	93
3	70	63	44	67
4	82	59	50	71
5	61	46	55	75
7	66	24	32	66
9	73	31	8	39
20	24	9	0	10

Nous remarquons que la levée au 15 décembre, est à peu près égale pour toutes les doses comprises de 2 à 9 T. de nitrate de potasse, alors que pour les autres nitrates, elle est de plus en plus faible, à mesure que la dose augmente.

Le nitrate de soude, par contre, se révèle plus toxique que le nitrate d'ammoniaque; la levée très diminuée à 2 T. est à peu près nulle à 3 et 4 T. Mais quel que soit le nitrate envisagé, le nitrate de potasse excepté, 7 T. retardent la germination de plus de 9 semaines.

Si nous nous reportons au 25 Janvier nous voyons partout une forte augmentation dans la levée. Au delà de 7 T. la germination est lente et paresseuse, les derniers apparus sont les lots ayant reçu le nitrate d'ammoniaque.

Le nitrate de potasse jusqu'à 9 T. présente une levée à peu près égale à celle du témoin. Cependant à 20 T. la levée est très diminuée.

Le nitrate de chaux, le moins toxique après le nitrate de potasse n'apporte pas une grande diminution sur la levée jusqu'à 5 T, au delà son action est marquée, il arrête même la germination à partir de 9 T.

Le nitrate de soude jouit d'une toxicité plus grande que celle du nitrate d'ammoniaque.

Pour les nitrates de soude et d'ammoniaque la levée reste déjà diminuée à 3 T, elle est à peu près nulle principalement pour le nitrate d'ammoniaque au delà de 9 T; moins toxique, le nitrate de chaux donne lieu à une levée diminuée à partir de 7 T, et aussi faible que celle du nitrate d'ammoniaque au delà de cette dose.

Si nous comparons les chiffres de la levée au 25 janvier, aux chiffres définitifs nous les retrouvons inchangés à quelques exceptions près.

Nous nous sommes jusqu'ici cantonné à la comparaison des chiffres de la levée. Voyons maintenant la réaction de la végétation à l'action des différents nitrates.

Nous ne nous attarderons pas à la description de l'état résultant de l'intoxication, cet état ayant déjà été décrit maintes fois dans les essais précédents: végétation débile, clairsemée, feuille filiforme, recourbée jaunie, et de dimensions plus ou moins réduites suivant les doses et la toxicité des nitrates.

De nos observations successives de janvier à avril 1934, il décou

le que l'état pathogène des plantules s'est maintenu pour ainsi dire intact. Nos observations au début du mois d'avril nous montrent une végétation toujours très affectée, débile et très irrégulière; les sujets les mieux constitués, qui sont eux-mêmes très atteints sont situés sur les lignes de bordure.

L'intensité de l'action toxique croît évidemment avec les doses et les nitrates. Dans cet ordre, il convient de classer les nitrates comme suit: le nitrate d'ammoniaque étant le plus toxique suivi du nitrate de soude; moins toxiques sont les nitrates de chaux et de potasse. Mais leur action s'apparente au delà de 3 T. et sans la différence numérique sur la levée, les manifestations de l'action toxique sur les plantules sont presque partout aussi intenses. Cependant en moins de 20 jours l'action toxique disparaît pour être remplacée par une autre indifférente d'abord, puis de plus en plus favorable.

Pour les nitrates de potasse, de chaux et de soude plus aucune trace d'action toxique. Rien ne subsiste de la végétation débile, jaunie et irrégulière, on ne peut à cette date que juger l'action favorable qui a remplacé l'action, si longtemps nocive des nitrates.

La végétation est abondante, régulière, d'un vert foncé, les feuilles larges. Le tallage très abondant se différencie du témoin, en ce que, au lieu d'être dressées, les talles, sont au contraire vigoureuses mais étalées sur le sol.

Les plantules ayant subi l'action de 20 T. de nitrate de potasse ont 150 m/m de haut et 5 à 6 talles vigoureuses.

A 9 T. la hauteur des plantules est de 300 m/m et le tallage très abondant, 6 à 8 talles. A 7 T. elle atteint 220 m/m et 5 à 6 talles, mais l'action favorable décroît à mesure que les doses sont plus faibles, cependant 2 T. de nitrate de potasse est supérieur au témoin par la hauteur et le tallage plus abondant.

Les nitrates de soude et de chaux produisent la même action favorable aux très fortes doses, elle est cependant légèrement plus faible que celle du nitrate de potasse, à juger tant par la hauteur des plantules que par l'abondance du tallage. Le nitrate d'ammoniaque jusqu'à 5 T. est supérieur au témoin; par contre quoique atténuée, sa toxicité à 7 et 9 T. laisse ces lots dans un état d'infériorité, comparé au témoin.

La montaison.

M. John Percival dans sa monographie du blé indique qu'il existe une liaison constante entre les divers comportements de tallage et de montaison. Nous avons remarqué, lors du tallage une différence entre le port du témoin et celui des plantules ayant subi l'action des fortes doses de nitrate; le témoin ayant des talles érigées, ces derniers en ont présenté qui étaient complètement étalées sur le sol. Nous observons plus tard que la montaison est elle-même modifiée.

M. Sirodot classe les blés tendres cultivés en 5 groupes :

1 ^o /	En faisceau compact.
2 ^o /	» » demi compact.
3 ^o /	» » demi lâche.
4 ^o /	» » parapluie demi ouvert.
5 ^o /	» » » ouvert.

en se basant sur la longueur du cercle circonscrivant étroitement les divers chaumes de la plante croissant librement.

A 9 et 20 T de nitrate, les chaumes se recourbent en crosse près de la base et le diamètre du cercle les circonscrivant est quelquefois triple du témoin dont la montaison se fait en faisceau compact ou demi compact. On trouve, à mesure que diminuent les doses, toute la gamme de la classification établie par M. Sirodot: montaison en parapluie ouvert aux environs de 5 à 7 T, demi ouvert à 2 et 3 T.

Ce sont les nitrates de potasse et de soude qui donnent lieu à la montaison la plus lâche.

Influence sur l'épiaison et la floraison.

Le 3 juin 1934 l'épiaison est déjà avancée dans les lots ayant reçu du nitrate de potasse et de soude, elle est rare dans les témoins, nous avons relevé à cette date le nombre d'épis dégainés que l'on retrouve dans le tableau suivant; ce comptage nous a donné pour les lots fumés au nitrate de potasse et de soude un chiffre partout supérieur au témoin.

Témoin = 6

Doses	NO ³ K	NO ³ Na	NO ³ NH ⁴	(NO ³) ² Ca
2 T	17	13	3	9
3	35	19	1	12
4	50	5	0	3
5	55	40	0	5
7	52	22	0	0
9	40	38	0	0
20	21	18	0	0

Toute proportion gardée (la levée étant beaucoup plus abondante aux faibles doses) l'épiaison est donc plus avancée dans lots ayant été fortement fumés au nitrate de potasse et de soude. Le nitrate de chaux à 2 et 3 T permet une épiaison supérieure au témoin. Le nitrate d'ammoniaque la retarde sensiblement.

Le 9 juin on note un début de floraison dans les lots ayant épié les premiers (nitrate de potasse et de soude), la floraison est à peu près complète le 11, alors que le témoin commence seulement à fleurir.

A cette date l'épiaison est avancée à 2-3 et 4 T de nitrate d'ammoniaque, rare à 5 T, et nulle au delà. Les lots à 7 et 9 T de nitrate de chaux commencent à épié le 9, à cette date la floraison est avancée pour les faibles doses du même nitrate.

On voit donc que, pour ce qui est de l'épiaison et de la floraison, le nitrate de chaux, aux fortes doses, et beaucoup plus le nitrate d'ammoniaque, les retardent considérablement; les nitrates de potasse et de soude, au contraire poussent à une épiaison et une floraison plus rapide.

Il semble cependant que malgré l'avantage d'une floraison précoce, les lots fortement nitrates (nitrates de potasse et de soude) sont arrivés à maturité presque en même temps que le témoin et 1 ou 2 jours avant le nitrate de chaux.

Le nitrate d'ammoniaque a accusé un retard de plus d'une semaine.

Influence sur la morphologie externe des plantes.

Ces observations ont été effectuées en partie en plein champ sur les plantes complètement formées et bien mûres, et en partie au laboratoire. Elles reposent sur la hauteur totale de la tige mesurée de la surface du sol au sommet de l'épi, le diamètre de la paille, sa couleur, la longueur de l'épi mesurée à partir du premier épillet basal jusqu'à celui du sommet, (qu'ils soient avortés ou non), la forme de l'épi, son port, sa couleur, le nombre d'épillets, le nombre de grains par épillet.

Comme en le sait toutes les tiges n'ont pas la même longueur, pas plus que tous les épis. Pour avoir la mesure se rapprochant autant que possible du type moyen, nous en avons mesuré le plus grand nombre (40 à 50) sans aucune distinction; on comprend bien que si on ne prenait qu'un seul sujet par plante on pourrait ne choisir que le plus développé ce qui donnerait une moyenne faussée.

Longueur de la tige et diamètre de la paille.

La hauteur de la tige a été mesurée de la surface du sol au sommet de l'épi. La hauteur de celle du témoin est de 1 m. 15.

Le nitrate de potasse a donné une augmentation dans cette hauteur avec maximum à 9 T. où la tige est haute de 1,40. 1,30 à 20 T. et 1 m. 15 à 2 et 3 T. Les nitrates de soude et de chaux donnent aussi une augmentation mais moins sensible que celle apportée par le nitrate de potasse, la différence notable est sur 10 cm. environ avec maximum à 7 et 9 T. Le nitrate d'ammoniaque aux fortes doses, 6 et 9 T, provoque au contraire une nette diminution de la hauteur, environ 10 cm. A 3 T. la tige semble à peine plus haute que celle du témoin.

M. K. Weller a déjà constaté, que l'azote seul, raccourcit la tige mais provoque un allongement, si on l'associe à la potasse.

Tous les nitrates, sauf le nitrate d'ammoniaque, ont apporté une augmentation du diamètre de la paille, cette augmentation est d'autant plus grande que la dose est plus forte et augmente du nitrate de soude au nitrate de chaux et de potasse.

Le diamètre de la paille a été calculé entre le deuxième et le troisième noeud; le diamètre du témoin varie de 3,5 à 4 m/m, l'augmentation qu'apporte les nitrates, est telle que le diamètre atteint 5 et même

me 5,5 m/m. Le nitrate d'ammoniaque, donne lieu à une paille ayant un diamètre inférieur au témoin.

Épis.

Mais l'action la plus intéressante au point de vue pratique est incontestablement celle qui s'exerce sur les épis. La longueur de l'épi témoin est environ de 110 à 115 m/m, il possède 23 épillets dont les deux basaux sont généralement avortés.

L'épi est plutôt lache, assez étroit et les épillets dressés ont 2 à 3 grains.

Le nombre d'épillets est surtout augmenté pour les épis maitres, rarement pour les autres. L'augmentation est quelquefois de 2-3 et même 5 épillets.

Sous l'action des nitrates la longueur des épis augmente, ainsi sous l'action du nitrate de potasse, les épis du Rouge d'Alsace 22 atteignent 172 m/m de long, la longueur moyenne étant de 140 à 150 m/m. Les épis les plus longs ont été observés à 20 et 9 T, leur longueur décroît avec la dose, elle reste toujours supérieure au témoin. Les nitrates de chaux et de soude à 9 et 20 T, ont aussi présenté des épis ayant plus de 150 m/m; le nitrate d'ammoniaque a présenté la longueur maximum de l'épi à 5 T (140 m/m).

La transformation que les nitrates ont apportée dans les épis ne réside pas seulement dans l'augmentation de leur longueur. Le port des épis a été aussi modifié, le témoin étant plutôt érigé, les épis ayant subi l'action de 5-7-9 et 20 T de nitrate sont inclinés. A ces mêmes doses il se présente une curieuse particularité, plus de 15% des épis ont tendance à prendre une forme hélicoïde.

L'action des nitrates s'exerce surtout sur l'augmentation du nombre de grains par épillet, de ce fait l'épi n'a plus l'aspect étroit et effilé du témoin; il devient large et les épillets sont étalés en éventail et contiennent de 4 à 6 grains contre 3 du témoin.

M. N. Quittet a déjà constaté que, l'apport denitrate de soude est susceptible d'abaisser sensiblement le taux d'avortement des épillets basaux, pourvu que le sol soit déjà suffisamment riche en P^2O^5 et K^2O .

M.M. Grantham et F. Groff concluent aussi que les engrais azotés diminuent le nombre d'épillets avortés.

Nous constatons, à notre tour, que d'une façon générale les nitrates donnent lieu à des épis basaux fertiles possédant quelquefois 2 grains bien développés. Ce fait se remarque surtout aux fortes doses: 7-9 et 20 T.

Il a déjà été remarqué en horticulture sur *Abutilon Thompsoni*, qu'à des doses supérieures à celles couramment utilisées les nitrates font ressortir la panachure, la rendent plus frappante.

Durant la végétation du blé nous avons noté que tous les nitrates en général donnaient à la végétation une couleur vert foncé très caractéristique, que nous avons attribuée à l'acide nitrique.

Plus tard à maturité, aussi bien les feuilles que la paille, les épis et les grains ont accusé une différence de coloration avec le témoin.

La couleur s'intensifiait, et par exemple la paille du témoin qui est rougeâtre a une tendance à devenir plus foncée et prendre des teintes voisines du brun.

Tous les nitrates n'ont pas produit la coloration la plus intense à la même dose, et tous les organes n'y sont pas aussi sensibles. Ainsi le nitrate d'ammoniaque produit la couleur la plus vive aux environs de 4 T les nitrates de soude et de chaux à 9 T, le nitrate de potasse à 9 et 20 T.

D'une façon générale l'épi est plus sensible à la coloration et la paille la plus réfractaire

AUTOMNE 1933 A TOMBLAINE

Le semis d'automne à Tomblaine a été effectué en même temps que celui du parc Olry.

Nous avons expérimenté sur trois variétés de blé d'automne:

Le Rouge d'Alsace 22 (le même que celui semé à Olry)

Le Bastard de Rimpau

Le Vilmorin 27

et les 4 nitrates, de soude, de potasse, d'ammoniaque, et de chaux, aux doses de 2-6-10 et 20 T à l'Ha.

Comme nous l'avons déjà dit, nos essais reposent sur une série d'expérience effectuées sur 1 mètre carré chacune et répétée trois fois. Comme à Olry, les nitrates ont été épandus à la surface 5 jours après l'ensemencement.

Ces essais ont été effectués sur une parcelle longue d'environ 80 mètres et large de 2m,50. Mais le champ d'expérimentation de la Station Agronomique de Nancy, ne possède pas un plafond de toile métallique aussi les essais sont-ils exposés à être détruits par les oiseaux. Nous avons à déplorer la perte de la moitié de nos essais, l'autre moitié a été épargnée, vu probablement le voisinage de la route et des maisons. Nous ne pouvons de ce fait donner aucune indication sur le rendement ni sur la morphologie externe apportée par les nitrates d'ammoniaque et de chaux qui occupaient la partie détruite.

Si nous comparons l'action des nitrates au parc Olry à celle produite à Tomblaine, nous voyons que le comportement des nitrates de soude et de potasse est comparable sur ces deux terrains, tant sur le chiffre que sur le retard apporté à la levée. Le nitrate de soude, quelle que soit la variété expérimentée est plus toxique et manifeste sa toxicité en réduisant la levée et en la retardant.

Nous pouvons donc point par point appliquer les observations déjà faites à Olry, à celles de Tomblaine : même retard dans la levée, même végétation débile et maintien de l'état pathogène jusqu'au début

du mois d'avril. Il convient de spécifier que les deux autres variétés le Bastard de Rimpau et le Vilmorin 27, s'avèrent moins résistantes que le Rouge d'Alsace 22, et traduisent leur sensibilité par une levée plus réduite et une végétation plus affectée.

La reprise de la végétation s'est effectuée à la même époque qu'à Olry, et aussi brusquement, le Vilmorin 27 ayant été le premier à se départir de son état maladif, puis le Rouge d'Alsace 22 et enfin le Bastard de Rimpau; et le mode de tallage et plus tard de montaison ont également été modifiés, mais des 3 variétés c'est le Rouge d'Alsace 22 qui a présenté, à doses égales, le tallage et la montaison les plus lâches mais sans jamais atteindre celle de cette même variété à Olry. La montaison du Bastard de Rimpau a été très peu modifiée, à peine plus lâche que celle du témoin.

Tout comme à Olry le Rouge d'Alsace 22 et le Vilmorin 27 ont eu leur épiaison et leur floraison précipitée par les nitrates de potasse et de soude, par contre le Bastard de Rimpau ne s'est pas montré aussi sensible à cette action.

Aucune particularité n'est à mentionner quant à la date de la maturité, tout au plus convient-il de citer un léger retard (3 à 4 jours) du Bastard de Rimpau sous l'action de 10 T de nitrate de soude.

Influence des nitrates sur la tige.

La comparaison de l'action des doses croissantes de nitrates agissant sur une même variété cultivée dans deux terrains ne différant qu'en ce que l'un est enrichi par l'apport de scories et de KCl nous donne des résultats intéressants :

1° sur la hauteur de la tige.

2° sur la longueur de l'épi.

En effet à Tomblaine la paille du témoin du Rouge d'Alsace 22 est beaucoup plus courte que celle obtenue à Olry (90 cm. contre 111,10)

La longueur de l'épi est également inférieure à Tomblaine qu'à Olry et nous dirons avec M. D. Tchossitch que ces caractères sont fluctuants et dépendent des conditions de culture et de la richesse du terrain.

La hauteur de la tige est à peine augmentée par le nitrate de potasse à 10 T et diminuée par le nitrate de soude à 6-10 et 20 T et le nitrate de potasse à 20 T (diminution de 5 à 10 cm.). Les 3 variétés de blé réagissent de la même manière sur ce point. Le Bastard de Rimpau voit sa tige diminuer de longueur plus que l'Alsace 22 et le Vilmorin 27.

Mais si la paille ne voit pas (sauf à 10 T de nitrate de potasse) sa longueur croître, par contre le diamètre augmente avec les deux nitrates. On remarque que le diamètre de la paille augmente d'autant plus qu'elle est plus courte, ainsi le diamètre maximum est obtenu à 10 et 20 T de nitrate de soude où la hauteur de la paille est la plus réduite.

te: 80 cm. pour le Rouge d'Alsace 22.

Des trois variétés de blé, c'est le Bastard de Rimpau qui voit le diamètre de sa paille augmenter le plus, et le Rouge d'Alsace 22 le moins.

Influence des nitrates sur l'épi.

Des 3 variétés de blé, c'est avec le Rouge d'Alsace 22 que l'on obtient les épis les plus longs sous l'action des nitrates de potasse et de soude, le Vilmorin 27 vient ensuite et enfin le Bastard de Rimpau.

Les épis les plus longs obtenus avec le Rouge d'Alsace 22 ont jusqu'à 145 m/m, 130 m/m en moyenne, et sont obtenus à 10 et 20 T de nitrate de potasse. L'épi témoin a moins de 100 m/m.

Le nitrate de soude, donne aussi un allongement des épis, qui est moins sensible qu'avec le nitrate de potasse. Les épis les plus longs, obtenus avec le nitrate de soude ont 147 m/m.

Le Vilmorin 27 sous l'action des nitrates de potasse et de soude à 20 et 10 T donne des épis de longueur à peu près égale 120 à 125 m/m contre 100 pour le témoin.

Moins sensible à cette action, est le Bastard de Rimpau, qui voit sous l'action du nitrate de potasse principalement, son épi s'allonger de 10 à 15 m/m au plus.

Quelle que soit la variété, les nitrates à 2 et 6 T donnent des épis toujours plus longs que le témoin.

Le port des épis du Vilmorin 27 et du Bastard de Rimpau ne subit aucune modification, celui du Rouge d'Alsace 22 s'incline plus ou moins suivant que la dose est plus ou moins forte.

Nous remarquons la même tendance du rachis à prendre une forme hélicoïde.

Le nitrate de soude aussi bien que le nitrate de potasse, augmente à 6-10 et 20 T, tout comme à Olry, le nombre d'épillets, principalement sur les épis maîtres, mais tous les épis sans distinction, sous l'action de ces mêmes doses de tous les nitrates, voient le nombre de grains par épillet augmenter. Ainsi le Rouge d'Alsace 22 qui n'a ordinairement que 2 ou 3 par épillet, voit ses épillets porteurs de 4 et même 5 grains sous l'action des fortes doses de nitrate.

Le témoin du Vilmorin 27 porte généralement 3 et quelquefois 4 grains par épillet, de même que le Bastard de Rimpau; grâce aux nitrates leurs épillets s'étalent largement en éventail et portent souvent 6 grains bien constitués. Le Bastard de Rimpau, sous l'action de 10 et 20 T de nitrate de potasse donne un épi en massue, tant les épillets du sommet sont serrés.

Les deux premiers épillets basaux des épis témoins du Rouge d'Alsace 22 du Bastard de Rimpau, le premier et plus rarement le deuxième du Vilmorin 27 sont généralement avortés.

Nous observons que, sous l'action des nitrates tous les épis maîtres, et 10 à 20% des autres ont leurs épillets basaux fertiles, ceux du Vilmorin 27 ont quelquefois 3 grains.



ROUGE D'ALSACE 22
PARC OURY



BASTARD DE RIMPAU



ÉPILLETS SURNUMÉRAIRES
SUR LE VILMORIN 27



VILMORIN 27

Influence des nitrates sur la coloration des différents organes.

Des 3 variétés les épis et les grains du Rouge d'Alsace 22 ont été les plus sensibles à la coloration due aux nitrates; pour ce qui est de la paille, le Bastard de Rimpau et le Vilmorin 27 sont plus sensibles et voient cette dernière passer du jaune blanc au jaune rougeâtre.

C'est à 6 T de nitrate de potasse que la coloration est la plus intense, tant pour la paille que pour les grains et les épis.

Épillets surnuméraires.

Il est inutile de souligner l'importance que présente au point de vue pratique l'augmentation de longueur de l'épi, du nombre d'épillets, du nombre de grains par épillet et de la particularité d'un épi à présenter des épillets basaux et terminaux fertiles pourvus de 2 ou 3 grains. Mais le résultat le plus intéressant et qui mérite une attention toute spéciale, tant par son importance scientifique que par sa portée pratique, est celui obtenu avec les nitrates au delà de 6 T à l'Ha, nous voulons parler des épillets surnuméraires.

Le Vilmorin 27 (et à deux reprises le Rouge d'Alsace 22 à Olry) a présenté à plusieurs reprises des épillets surnuméraires fertiles. Le Vilmorin 27 en montre fréquemment mais qui ne sont jamais fertiles et M. M. A. Menuisier, Chef du Service Expérimental de la maison Vilmorin, Ch. Crépin, Directeur de la Station d'amélioration des plantes de grande culture à Dijon et J. Vadon, Préparateur à la Section de Génétique de la Station Agronomique de Nancy qui ont cultivé depuis longtemps le Vilmorin 27 nous ont assuré n'avoir jamais obtenu d'épillets surnuméraires fertiles sur cette variété, ni sur le Rouge d'Alsace 22.

C'est une curieuse anomalie dans laquelle on observe la tendance à produire deux épillets en un même point du rachis.

Un épi de la variété Van Diémen cultivée à Verrières en 1852 présente un épillet surnuméraire bien développé. Cette variété serait à l'heure actuelle une de celles qui en produisent le plus fréquemment.

La variété Ardito, nous dit M. Ch. Crépin, présente quelquefois aussi des épillets surnuméraires fertiles. Depuis quelques années la maison Vilmorin cultive quelques spécimens dont le blé Sensation présentant cette particularité.

M. Percival signale que les blés en Chine en ont aussi.

Nous avons observé cette particularité, aussi bien dans les lots ayant été fumés au nitrate de potasse que dans ceux ayant subi l'action du nitrate de soude, quelquefois même dans les quelques épis n'ayant pas été détruits par les oiseaux sur les parcelles ayant été fumées au nitrate d'ammoniaque et au nitrate de chaux, mais les plus nombreux ont été observés à 6 et 10 T de nitrate de soude.

Certains épis présentaient quelquefois 2 épillets surnuméraires porteurs de 2 quelquefois même 3 grains parfaitement développés. A

noter que les épillets entre lesquels est situé l'épillet numéraire possèdent tout comme les autres 4-5 quelquefois même 6 grains.

Des anomalies de ce genre ont été déjà remarquées sur les plantes issues des graines ayant subi un traitement brutal ou un début d'intoxication. Ainsi M. Jungelson nous montre de nombreux épis aberrants sur des pieds de maïs, issus des graines de maïs intoxiqués au cuivre.

Des photos qui suivent illustrent les faits relatés plus haut concernant le développement des épis, l'augmentation du nombre de grains par épillet, la disparition de l'avortement de l'épillet basal et comparé au témoin pour les 3 variétés, le Rouge d'Alsace 22 à Olry, Bastard de Rimpau et Vilmorin 27 à Tomblaine et une quatrième photo dans laquelle figurent quelques uns de nos épis porteurs d'épillets surnuméraires fertiles.

Nous avons gardé sous verre un certain nombre d'épis à épillets surnuméraires et aussi quelques uns de ceux présentant des épillets à 5 ou 6 grains et des épillets basaux fertiles.

SEMIS DE PRINTEMPS A TOMBLAINE

Le semis de printemps a été effectué à Tomblaine sur une parcelle contigüe à celle du semis d'automne.

Nous avons expérimenté sur la variété Manitoba semée le 25 février à la planche (120 grains par mètre carré) et les 4 nitrates, de potasse, de soude, d'ammoniaque et de chaux.

Nous avons envisagé deux cas de fumure, tous deux en épandage à la surface, le premier 5 jours après l'ensemencement, destiné à agir sur des grains en germination et le deuxième, 7 semaines après nous instruira sur l'action des nitrates sur des plantules en pleine végétation.

Pour le premier cas de fumure, nous avons expérimenté avec les doses 2-3-7-9-11 et 13 T.

Nos résultats reposent sur une série d'expériences répétée trois fois sur un mètre carré chacune.

Levée.

Les premières levées à 2-3 et même 7 T se font avec 15 jours de retard seulement sur le témoin, 9-11 et 13 T lèvent avec 3 semaines à 1 mois de retard. Les nitrates d'ammoniaque et de soude retardent le plus la levée.

Si nous nous reportons au 10 avril, environ six semaines après l'ensemencement, nous retrouvons les chiffres suivants de la levée qui resteront d'ailleurs inchangés :

Doses	NO^3K	NO^3Na	NO^3NH^4	$(\text{NO}^3)^2\text{Ca}$
13 T	13	7	0	42
11	30	10	0	57
9	35	18	0	55
7	48	18	21	73
3	82	86	76	95
2	91	87	73	89

L'ordre de toxicité des nitrates n'est comme on le voit pas difficile à établir. Le nitrate d'ammoniaque produit l'action la plus brutale et jusqu'à 7 T est à peu près antibiotique, les quelques survivants étant situés dans les lignes de bordure; suit le nitrate de soude dont l'action est à peu près comparable à celle du nitrate d'ammoniaque jusqu'à 7 T, en effet à cette dose la levée est aussi réduite que celle du nitrate d'ammoniaque; plus de la moitié des grains levés sont situés en bordure, il ne possède cependant à 2 et 3 T qu'une action retardatrice mais non mortelle.

Contrairement à ce qui fut observé à Olry le nitrate de chaux, s'avère ici nettement moins toxique que le nitrate de potasse. A quelque dose qu'on les compare le nitrate de potasse produit toujours une action plus marquée que celle du nitrate de chaux. Déjà 1 à 7 T, le nitrate de chaux n'est presque pas mortel et ne fait que retarder la germination. A cette dose le nitrate de potasse tue environ la moitié des grains et ne devient indifférent qu'à 3 T.

Si la comparaison des chiffres de la levée peut donner un renseignement sur la toxicité, nous voyons que le nitrate de potasse à 7 T donne une levée à peu près égale au nitrate de chaux à 13 T.

Les différences d'action des nitrates ne s'en tiennent pas uniquement à la levée, elles s'exercent aussi sur le développement de la végétation qui est de plus en plus débile et jaunie à mesure que la dose augmente, et en allant du nitrate de chaux aux nitrates de potasse, de soude et d'ammoniaque.

L'état pathogène qui dans le semis d'automne s'est maintenu 6 mois durant, n'a duré dans ces essais que 15 à 20 jours, aux faibles doses de nitrate de chaux et de potasse la végétation s'en est même libérée après une dizaine de jours.

Le 15 mai toute trace d'intoxication a disparu, les carrés ayant été fortement fumés tallent plus abondamment que le témoin, la végétation est plus développée et les feuilles plus larges sauf pour 7 T de nitrate d'ammoniaque, où les plantules sont restées courtes, plutôt chétives et tallent rarement.

De ce que l'état pathogène se maintient moins longtemps au printemps qu'en automne, doit-on déduire que les nitrates acquièrent aux températures basses un plus grand pouvoir toxique; ou bien convient-il d'attribuer encore au froid, non plus dans son rapport avec l'engrais mais en empêchant pendant un laps de temps, la croissance

de plantules, il aiderait ainsi au maintien de cet état maladif.

Il semble à première vue que les levées plus nombreuses, aux fortes doses, sur les lignes de bordure, qu'au milieu des parcelles, ne soient dues qu'à un épandage défectueux tendant à fumer les lignes du milieu au détriment des autres. Nous avons pris en Octobre toutes les dispositions nécessaires pour que l'épandage fut homogène : broyage fin des engrais, déshydratation.

Cependant au semis du printemps nous fîmes l'épandage en entourant, en tous sens les parcelles d'une zone d'environ 10 cm., également nitrâtée (l'engrais fut pesé en conséquence). et à notre étonnement, lors de la levée, les grains germés en bordure étaient toujours plus nombreux que ceux au milieu des parcelles. Cette différence n'était donc pas due à une répartition irrégulière de l'engrais.

Nous avons essayé d'élucider cette question dans une expérience effectuée au laboratoire, et nous croyons en avoir trouvé l'explication.

Nous en reparlerons, lors de l'étude sur la diffusion des nitrates.

Influence des nitrates sur les plantules en végétation.

Si maintenant, nous comparons l'action des nitrates sur les grains en germination, à celle produite sur les plantules ayant déjà tallé, nous voyons qu'à la seule exception du nitrate de chaux, tous les autres nitrates sont, ce qui est d'ailleurs normal, plus toxiques sur les grains en germination que sur les plantules.

Il est curieux de remarquer que le nitrate de chaux devient, à l'égard des plantules, plus toxique que le nitrate de potasse, et même que le nitrate de soude, et qu'il est aussi toxique que le nitrate d'ammoniaque. C'est du moins la déduction que nous pouvons tirer du nombre de plantules ayant survécu à l'apport des nitrates. Cet apport a rendu la végétation plus ou moins clairsemée, les pieds tués gisent flasques et étalés sur le sol, ceux ayant résisté sont plus ou moins jaunés et fanés suivant les doses, et leur croissance est arrêtée pendant un certain temps où ils traversent une période de dépression d'une dizaine de jours; après quoi les plantules reprennent le dessus, recouvrant leur coloration normale qui ira d'ailleurs s'intensifiant, vont taller plus abondamment et présenter des feuilles plus larges et plus vigoureuses que le témoin.

Les talles et les feuilles au lieu d'être dressées comme pour le témoin, sont de plus en plus étalées sur le sol à mesure qu'augmentent les doses. De cette anomalie il résultera d'ailleurs une montaison différente du témoin qui est compact, et qui sera de plus en plus lâche dans les lots fortement nitrâtés spécialement pour les nitrates de potasse, de soude et de chaux.

Le mode de tallage et de montaison plus étalé que le témoin est d'ailleurs à signaler pour les lots ayant été fumés en même temps que

l'ensemencement, il semble même être plus accusé dans ce dernier cas.

L'épiaison et la floraison sont plus précoces dans les lots ayant été fumés une semaine après l'ensemencement, que sur ceux ayant reçu les nitrates en avril.

Parmi les nitrates, comme on l'a déjà fait observer pour le semis d'automne, quoique moins nettement, les nitrates de potasse et de soude hâtent l'épiaison et la floraison, le nitrate de chaux est sans effet et le nitrate d'ammoniaque la retarde sensiblement.

Maturité.

Le nitrate d'ammoniaque au delà de 3 T. retarde la maturité de plus de 4 à 5 jours, le nitrate de potasse a tendance à pousser à la précocité spécialement vers 7 T. le nitrate de soude et le nitrate de chaux sont sans action sur ce point.

Influence des nitrates sur la tige.

De même que dans le semis d'automne, la tige n'accuse aucune augmentation dans sa longueur, sous l'action des nitrates; tout au plus convient-il de citer une légère augmentation due au nitrate de potasse et quelquefois au nitrate de chaux; par contre, qu'il s'agisse du brin maître ou d'un brin quelconque, la paille des lots ayant subi l'action des nitrates de potasse et de soude et un peu moins avec le nitrate de chaux, possède toujours un diamètre supérieur au témoin avec maximum à 7 T, et la différence avec le témoin est quelquefois plus de 0,5 à 1 m/m.

Le nitrate d'ammoniaque, spécialement dans les lots ayant été fumés en même temps que l'ensemencement, occasionne une diminution du diamètre de la paille, quelquefois de 50%. A 9 et 11 T le nitrate d'ammoniaque a donné lieu à une végétation courte de 40 à 50 cm., et bon nombre de pieds n'ont pas donné d'épis et n'ont même pas tallé.

Influence des nitrates sur l'épi.

La fumure massive quand elle est effectuée sur des graines en germination, donne lieu à des épis plus longs que lorsqu'elle est faite sur des plantules; comme toujours les nitrates de potasse et de soude augmentent la longueur des épis avec maximum vers 9 et 11 T.

Le nitrate d'ammoniaque à 7-9 et 11 T diminue le nombre de grains par épillet, et bon nombre d'épillets terminaux sont échaudés. Les nitrates de potasse et de soude augmentent le nombre de grains par épillets (1 grain et quelquefois 2). Les épillets basaux sont souvent fertiles sous l'action des nitrates de potasse et de soude, un peu moins avec les nitrates d'ammoniaque et de chaux.

Le Manitoba est parmi les variétés expérimentées la plus sensible à la coloration, de tous ces organes c'est l'épi qui réagit le plus : il se colore en brun roux et c'est le nitrate de potasse qui produit la coloration la plus intense, viennent ensuite les nitrates de soude, de chaux

et d'ammoniaque.

Il est généralement admis dans l'agriculture qu'un excès d'azote provoque l'échaudage des céréales. Les grains échaudés se distinguent des grains normaux en ce qu'ils sont retraits, raccornis et ridés. A Tomblaine tous les nitrates ont provoqué un léger échaudage plus ou moins accentué des grains, parmi eux les nitrates d'ammoniaque et de chaux font déjà sentir cette action à 6 T, quelquefois même à 2 T de nitrate d'ammoniaque. Parmi les variétés de blé, le Manitoba est le plus sensible à cette action.

A remarquer qu'à Olry, peut-être en raison de la richesse du terrain les grains ne portent aucune trace d'échaudage même à 20 T. des nitrates de potasse, de soude et de chaux, mais très rarement à 9 T de nitrate d'ammoniaque.

INFLUENCE DES DOSES CROISSANTES DE NITRATES SUR LE RENDEMENT

Nos observations sur le rendement traiteront sur le nombre d'épis par mètre carré, le coefficient de tallage, le rendement total en grain et en paille rapporté en quintaux à l'Ha, le rapport grain sur gerbe qui est le quotient du poids de grains par mètre carré par le poids total de récolte et le poids de grain par épi.

Nous avons réuni ces résultats dans les tableaux qui suivent.

Nous ne reviendrons pas sur la levée, cette question ayant déjà été traitée précédemment.

AUTOMNE 1933 A OLRy

Nombre d'épis par mètre carré.

Le nombre d'épis par mètre carré ne peut servir de critérium de l'action des nitrates, que sur base d'un facteur commun qui est la levée égale.

Ce facteur commun n'existant pas, chaque nitrate ou même chaque dose ayant donné lieu à une levée différente, on ne peut se référer pour comparer l'action des nitrates sur le nombre d'épis par mètre carré, qu'au coefficient de tallage, qui est le quotient du nombre d'épis par mètre carré par la levée.

Nous pouvons admettre à priori que tous les nitrates donnent lieu à un tallage plus abondant que le témoin. Il est d'autant plus abondant que la dose est plus forte. Parmi les 4 nitrates expérimentés le nitrate de soude est celui qui a donné lieu au tallage le plus fort, il atteint à 20 T un chiffre à peu près 4 fois supérieur au témoin, puis viennent les nitrates de chaux et de potasse. Le nitrate d'ammoniaque est celui des 4 nitrates ayant donné lieu au tallage le plus faible, qui reste néanmoins toujours supérieur au témoin.

Le coefficient de tallage est proportionnel à la dose, c'est à-dire

que d'une façon générale, plus la dose est forte plus le tallage est abondant.

Rendement en grains.

Le rendement sera nécessairement fonction du nombre d'épis par mètre carré mais aussi du poids de grains par épi. Nous le comparerons ici à doses égales, sans nous occuper du poids de grains par épi, qui fera l'objet d'observations ultérieures.

A doses égales et indépendamment du nombre d'épis par mètre carré, le nitrate de potasse a produit le plus grand rendement, qui est déjà à peu près comparable au témoin à 20 T. Le rendement maximum obtenu à 2 T, est supérieur au témoin de 12 quintaux. A quelques exceptions près, le rendement va croissant à mesure que la dose diminue. Les nitrates de soude et de chaux ont produit un rendement à peu près égal, tous deux inférieurs au témoin à 20 T (et aussi pour le nitrate de chaux à 9 T.) en deçà ils produisent un rendement plus ou moins supérieur au témoin, toujours croissant, à mesure que la dose diminue, avec maximum à 2 T.

Le rendement du nitrate d'ammoniaque à peu près nul à 9 T, augmente brusquement à 7 T et devient supérieur au témoin à 5 T. Comme pour les autres nitrates le maximum du rendement atteint à 2 T est inférieur à celui obtenu avec les autres nitrates.

Rendement en paille.

Le rendement en paille comme celui en grains va augmentant de 20 à 2 T, sauf pour la nitrate de soude où le maximum est obtenu à 4 et 9 T; même à 20 T le nitrate de potasse donne un rendement supérieur au témoin; son maximum à 4 T est à peu près double de celui du témoin. Les nitrates de chaux et de soude donnent, à doses égales, un rendement en paille toujours inférieur à celui du nitrate de potasse. Le nitrate de soude est inférieur au témoin jusqu'à 5 T.

Le maximum de rendement en paille, pour ces deux nitrates est à 2 et 3 T. Le nitrate d'ammoniaque donne toujours le rendement en paille le plus faible, il reste inférieur au témoin à 9 et 7 T. et son maximum à 2 T. comme pour les nitrates de chaux et de soude est moitié plus que le témoin.

Rapport grain sur gerbe.

Le rapport grain sur gerbe est diminué aux fortes doses des nitrates de potasse et de chaux, et se rapproche du témoin à mesure que l'on tend vers 2 T.

Le nitrate d'ammoniaque et le nitrate de soude par contre, augmentent le rapport aux fortes doses, tandis qu'il tend vers le témoin de 4 à 2 T.

Poids de grains par épi.

Quant au poids de grains par épi, la plus forte augmentation a été apportée par le nitrate de soude avec maximum à 20 T., ce chiffre décroît pour n'être plus à 3 et 2 T. qu'à peine supérieur au témoin.

Pour les autres nitrates le maximum est toujours de 20 à 7 T.

AUTOMNE 1933 A TOMBLAINE

Comme nous l'avons déjà dit, les lots avant reçu du nitrate de chaux et du nitrate d'ammoniaque, ayant été détruits par les oiseaux nous ne donnerons pour le rendement, que les résultats obtenus avec les nitrates de potasse et de soude.

Rouge d'Alsace 22.

Comme il a déjà été observé à Olry, le nitrate de soude augmente l'aptitude du blé au tallage plus que ne le fait le nitrate de potasse, et cette aptitude est d'autant plus considérable que la dose est plus forte.

On remarque cependant que le tallage n'est jamais comparable à celui obtenu au parc Olry. Le témoin lui-même talie à Tomblaine moins qu'à Olry.

Le tallage d'une variété comme l'a constaté M. F. Bœuf et plus tard M. D. Tchossitch ne dépend pas seulement de la capacité intrinsèque de cette variété à développer des talles, mais aussi de la richesse du terrain et de la densité du semis.

Rendement.

Le nitrate de potasse donne lieu à un rendement supérieur au nitrate de soude à 20 et 10 T., son maximum est à 6 T. et décroît à 2 T.

Par contre, le rendement du nitrate de soude, en paille va croissant, son maximum est à 2 T.

Le rapport grain sur gerbe est voisin du témoin à 20 T. de nitrate de potasse et semble augmenter légèrement à mesure que la dose diminue, le nitrate de soude, par contre, augmente le rapport à 20 T. et semble le diminuer à 2 T.

Le poids de grain par épi est augmenté, par le nitrate de soude plus que par le nitrate de potasse. Le maximum du poids étant le résultat d'un apport de 20 T.

Vilmorin 27.

De même que pour le Rouge d'Alsace 22, le nitrate de soude donne un coefficient de tallage supérieur à celui du nitrate de potasse, qui décroît avec la dose.

Le rendement en grains est toujours supérieur avec le nitrate de potasse, qui lui, seul à 2 T. est supérieur au témoin; à la même dose le nitrate de soude donne un rendement égal au témoin.

Le nitrate de potasse comparé au nitrate de soude, donne lieu à un rendement en paille toujours supérieur, sauf à 2 T.

Les nitrates de soude et de potasse semblent augmenter légèrement le rapport grain sur gerbe aux fortes doses.

Quant au poids de grains par épi, il est maintenu constant ou à peine inférieur au témoin par le nitrate de soude, alors que le nitrate de potasse le diminue dans de faibles proportions.

Bastard de Rimpau.

En ce qui concerne le tallage, le Bastard de Rimpau semble être aussi sensible à l'action stimulante des 2 nitrates.

Le nitrate de potasse donne à 6 et 10 T. un rendement en grains supérieur au nitrate de soude, le rendement est à peu près égal à 2 et 20 T.

Le nitrate de potasse donne lieu au plus fort rendement en paille, ce rendement de même que celui en grains, croît avec les doses.

Le rapport grain sur gerbe est tantôt maintenu constant, comme pour le nitrate de potasse et tantôt augmenté par le nitrate de soude à 20 T. Pour les doses inférieures ce rapport est diminué.

Le poids de grains par épi, plus fort avec le nitrate de potasse est maximum à 20 T. où il est à peu près double du témoin. Il diminue avec les doses, mais se maintient toujours supérieur au témoin.

Printemps à Tomblaine.

Le Manitoba comme les autres variétés expérimentées voit son aptitude au tallage augmenter sous l'action des fortes doses de tous les nitrates, cependant les nitrates de potasse et de soude se distinguent comme ayant produit le tallage le plus abondant avec un léger avantage au nitrate de potasse. Le tallage le plus fort correspond aussi aux fortes doses.

Le nitrate de chaux donne lieu à un tallage à 13 T. 1,75 fois plus que le témoin, au delà le coefficient diminue et à 11 T le tallage est aussi faible que pour le nitrate de potasse à 3 T.

Le maximum de tallage pour le nitrate d'ammoniaque est à 2 T., aussi faible que celui du nitrate de chaux à 13 T.

Rendement en grains.

De 13 à 7 T. le nitrate de potasse est celui des 4 nitrates qui donne le plus fort rendement à l'Ha, son action à 11 T. devient indifférente.

Le nitrate de soude à 7 T. et le nitrate de chaux à 9 T. accusent une infériorité de 6 quintaux à l'Ha sur le témoin, cependant à 2 et 3 T. les nitrates de chaux et de soude présentent un rendement supérieur au nitrate de potasse.

Le nitrate d'ammoniaque à 7 T. donne lieu à un rendement à peu près nul ($\frac{1}{2}$ quintal), cependant son action devient favorable à 3 et 2 T mais continue à être inférieure à celui des autres nitrates aux mêmes doses.

Rendement en paille.

Des 4 nitrates ce sont les nitrates de potasse et de chaux qui donnent le rendement le plus fort en paille. La quantité de paille produite par le nitrate de soude est nettement inférieure à celle de ces deux derniers et varie à certaines doses de 1 à 3.

Le nitrate d'ammoniaque à 2 T, donne un poids de paille égal à celui du nitrate de soude à la même dose.

Rapport grain sur gerbe.

Tous les nitrates, aux fortes doses diminuent le rapport grain sur gerbe cependant les nitrates de potasse, de soude et d'ammoniaque et beaucoup moins le nitrate de chaux augmentent ce rapport à mesure que la dose diminue et le maximum est ordinairement à 2 et 3 T.

Poids de grains par épi.

Le nitrate de potasse augmente nettement le poids de grains par épi, le maximum semble être aux environs de 7 T. De même que le nitrate de potasse mais dans des proportions moindres, le nitrate de soude augmente le poids de grains par épi sauf à 13 T. où il le diminue nettement; comme pour ce dernier nitrate le maximum de poids de grains par épi est à 7 T.

Le nitrate de chaux diminue de plus en plus le poids de grains par épi à 9 et 13 T; pour les faibles doses ce poids augmente, il est maximum pour un apport de 2 T.

Le nitrate d'ammoniaque à 7 T. diminue le poids de grains par épi qui est, moins que le tiers du témoin, au delà une augmentation de plus en plus nette se dessine, mais très faible cependant comparée aux autres nitrates.

Action des nitrates sur le rendement. Fumure effectuée sur les plantules en végétation.

L'action des nitrates, quand elle s'exerce sur des plantules en végétation, provoque un tallage, tout au moins pour les fortes doses, beaucoup moins abondant que quand elle s'exerce sur des graines en germination.

Rendement en grains.

De 7 à 9 T., le nitrate de soude est, des 4 nitrates, celui qui a donné le plus fort rendement en grains. Il égale celui du témoin à 9 T., au delà il est distancé par le nitrate de potasse à 5 et 2 T. et le nitrate de chaux à 7 T.

Le nitrate d'ammoniaque, dont le rendement est très diminué, est le plus faible des 4 nitrates à 13 et 9 T., il reste encore inférieur au témoin à 5 T, mais accuse à 2 T une supériorité de 5 quintaux sur ce dernier.

Le rendement en grains augmente à mesure que la dose diminue.

Rendement en paille.

Le nitrate de potasse de 2 à 7 T. et le nitrate de soude à 13 et 9 T. ont donné le plus fort rendement en paille, de même que celui en grains. Ce rendement est inversement proportionnel à la dose.

Rapport grain sur gerbe.

Le rapport grain sur gerbe est plutôt diminué par les nitrates de potasse et d'ammoniaque pour toutes les doses expérimentées, beaucoup plus par le nitrate de chaux à 20 et 13 T.

On note cependant une légère augmentation sous l'action du nitrate de soude de 5 à 9 T.

Poids de grains par épi.

Le nitrate de potasse et de soude augmentent sensiblement le poids de grains par épi, cette augmentation n'a pas un maximum défini.

Le nitrate d'ammoniaque à 9 et 13 T, le nitrate de chaux à 20 T. diminuent le poids de grains par épi. Pour les plus faibles doses ce poids augmente jusqu'à être comparable à celui obtenu avec les nitrates de potasse et de soude.

Nous avons déjà constaté que la fumure effectuée sur le blé en végétation provoquait un tallage plus faible que dans les plantules issues des graines ayant subi cette même action.

Si nous comparons maintenant le rendement en grains obtenu avec ces deux cas de fumure nous pouvons admettre d'une façon générale que 2 et 3 T. de nitrate à l'Ha sur des grains en germination, donnent lieu à un rendement plus élevé que lorsque ces mêmes doses ont été données sur des plantules en végétation; par contre les fortes doses de nitrates appliquées aux plantules donnent le plus souvent un rendement supérieur, il convient d'excepter les nitrates de potasse et de chaux à 12 T.

Les nitrates agissant sur des plantules donnent lieu à un rendement en paille supérieur à celui obtenu avec une fumure effectuée sur des grains en germination, seuls les nitrates de chaux à 13 T et de potasse à 2 T font exception.

Conclusion. — Si nous nous en étions tenu pour ces essais, à l'étude de l'influence des nitrates sur le début de la végétation du blé nous aurions conclu tant dans nos semis d'automne que dans celui de printemps à une toxicité des nitrates pour toutes les doses expérimentées (le 2 à 20 T).

L'ordre croissant de toxicité est à peu près celui déjà constaté dans nos essais en pots: nitrate de chaux, de potasse, de soude et d'ammoniaque. Le nitrate de potasse remplaçant le nitrate de chaux à Olry.

Cette toxicité est d'autant plus intense que la dose est plus forte, elle se traduit par une levée plus ou moins diminuée et le maintien

pendant une période plus ou moins longue d'un état que nous avons appelé « pathogène » durant laquelle période les plantules voient leur développement arrêté, présentent un aspect souffreteux, débile, jauni et des dimensions très diminuées.

Telles seraient les conclusions qu'aurait tirées l'expérimentateur étudiant l'action de ces mêmes doses sur le début de la végétation du blé en pleine terre.

Mais la végétation dont l'état à certaines doses, de quelques nitrates, ne semble laisser aucun doute sur son issue mortelle, manifeste par la suite des signes d'accélération végétative, sans laisser aucune trace de l'action déficiente constatée au début.

La toxicité des nitrates dans le sol passe donc par deux phases très distinctes, la première, où l'action est très intense et provoque une période de dépression plus ou moins longue suivant la saison, (6 mois environ pour un semis d'automne, et qui est réduite à moins du tiers de cette durée dans un semis de printemps), la deuxième est caractérisée par la disparition de cet état maladif et la reprise de la végétation.

La durée de cette période n'est que très faiblement modifiée par la nature du nitrate.

Il convient cependant de considérer parmi les doses expérimentées celles ayant produit une action simplement retardatrice de la germination, d'autres plus fortes ayant occasionné la mort dans des proportions variables, c'est-à-dire celles qui ont été antibiotiques pour tous ou une partie des grains semés, ou si la fumure a été faite sur les plantules celles ayant un moment arrêté le développement de la végétation de celles ayant tué une partie ou la totalité des pieds.

Ces mêmes doses présentent une action différente suivant la saison.

A doses égales, quoi qu'il soit malaisé de comparer l'action d'un nitrate sur deux blés de variétés différentes, le Rouge d'Alsace 22 et le Manitoba (la résistance propre à leur variété entrant aussi en ligne de compte), on peut conclure que dans la terre, si l'on choisit la levée comme critérium de la toxicité, les faibles doses de 2 et 3 T. de tous les nitrates sont moins toxiques au printemps qu'en automne, par contre les fortes doses sont beaucoup plus agissantes au printemps, le nitrate de chaux excepté.

Ceci dit nous pouvons admettre sans crainte de nous induire en erreur que tous les nitrates à 2 T n'ont aucun pouvoir mortel sur les grains en germination, 3 T. restent aussi sans effet au printemps, 20 et 9 T. de nitrate d'ammoniaque peuvent être considérés comme antibiotiques vis à vis du Rouge d'Alsace 22 à Olry.

A 20 T., si l'on excepte les grains levés en bordure nous pouvons admettre que seul le nitrate de potasse permet une levée très diminuée (moins que le quart du témoin), cependant à 9 T. le nitrate de potasse donne lieu à une levée à peu près intacte; les nitrates de soude et de chaux à la même dose présentent une levée environ moitié moïn-

INFLUENCE DES NITRATES SUR LE RENDEMENT DU BLÉ (Parc Olry)

Var. de Blé	Nitrate	Doses en Tonnes à l'Ha	Levée	Épis par M ²	Coef. de Tallage	Rendement en Quintaux à l'Ha		Rapport: Grain Gerbe	Poids de Grain par Épi
						Grain	Paille	Total	
	Témoin	20	80	296	3,70	27,56	92,84	120,40	0,23
	Nitrate de potasse	20	24	233	9,70	26,73	93,77	120,50	0,18
		9	73	351	4,80	37,01	152,39	190,00	0,20
		7	66	317	4,80	33,19	138,81	172,00	0,19
		5	61	340	5,50	34,20	124,60	158,80	0,22
		4	82	368	4,40	38,30	161,00	199,30	0,19
	Nitrate de soude	3	70	361	5,10	36,90	131,10	167,00	0,22
		2	83	377	4,50	39,13	120,87	160,00	0,23
		20	9	121	13,40	16,00	42,00	68,00	0,27
	Nitrate d'ammoniaque	9	31	230	7,40	25,10	69,90	95,00	0,26
		7	24	217	9,00	26,20	76,50	102,70	0,25
		5	46	261	5,60	28,77	92,13	120,90	0,23
		4	59	303	5,10	31,29	118,71	150,00	0,23
		3	63	339	5,30	32,98	126,02	159,00	0,20
		2	85	372	4,30	36,20	124,80	161,00	0,22
		20	0	0	0	0	0	0	0
	Nitrate de chaux	9	8	36	4,50	3,72	5,98	9,70	1,03
		7	32	196	6,10	22,00	62,00	84,00	1,12
		5	55	280	5,09	30,11	108,89	139,00	1,07
		4	50	275	5,50	31,00	114,20	145,20	1,12
		3	44	239	5,40	26,73	104,27	131,00	1,12
		2	78	356	4,50	31,86	120,14	152,00	0,89
		20	10	128	12,80	14,02	58,18	72,20	1,09
		9	39	201	5,10	20,17	98,33	118,50	1,00
		7	66	296	4,49	31,45	126,05	157,50	1,06
		5	75	332	3,09	27,95	99,85	127,80	1,20
		4	71	311	4,38	31,82	126,38	158,20	1,02
		3	67	305	4,50	30,50	105,00	135,50	1,00
		2	93	369	3,96	35,00	135,50	170,50	0,95

Rouge d'Alsace 22

INFLUENCE DES NITRATES SUR LE RENDEMENT DU BLÉ (Tombaine)

Var. de Blé	Nitrate	Doses en Tonnes à l'Ha		Levée	Épis par M ²	Coeff. de Tallage	Rendement en Quintaux à l'Ha		Rapport: Grain Gerbe	Poids de Grain par Épi
		Témoin					Grain	Paille		
M a n i t o b a Fumure en même temps que l'ensemencement	Nitrate de potasse	13	13	80	232	2,50	21,34	36,86	0,36	0,91
		11	104	13	104	8,00	13,08	25,40	0,33	1,25
		9	172	30	172	5,70	21,84	33,20	0,39	1,26
		7	235	35	235	6,70	32,12	52,48	0,38	1,36
		3	210	48	210	4,30	28,56	41,44	0,40	1,36
	Nitrate de soude	2	279	82	279	3,40	30,13	42,41	0,41	1,07
			301	91	301	3,30	33,41	53,88	0,38	1,10
		13	43	7	43	6,10	3,48	6,41	0,35	0,80
		11	58	10	58	5,80	6,20	10,04	0,38	1,06
		9	94	18	94	5,20	9,02	16,36	0,35	0,95
	Nitrate d'ammoniaque	7	120	18	120	6,60	15,60	22,80	0,40	1,30
		3	262	86	262	3,04	29,00	41,02	0,41	1,10
		2	287	87	287	3,20	32,10	44,09	0,42	1,11
		13	0	0	0	0	0	0	0	0
		11	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nitrate de chaux	9	0	0	0	0	0	0	0	0
		7	19	21	19	0,90	0,50	2,20	0,18	0,26
		3	249	76	249	3,20	23,90	37,10	0,39	1,95
		2	291	73	291	3,90	29,68	44,32	0,40	1,02
		13	169	42	169	4,02	11,49	25,69	0,30	0,67
	Nitrate de chaux	11	196	57	196	3,40	11,65	25,59	0,31	0,59
		9	175	55	175	3,10	15,75	28,63	0,35	0,90
		7	248	73	248	3,39	25,82	41,78	0,38	1,04
		3	305	95	305	3,20	30,60	52,35	0,37	1,00
		2	282	89	282	3,10	31,22	53,38	0,36	1,10

INFLUENCE DES NITRATES SUR LE RENDEMENT DU BLÉ (Tomblaine)

Var. de Blé	Nitrate	Doses en Tonnes à l'Ha	Manitoba Fumure sur les plantules en pleine végétation								Rapport: Grain Gerbe	Poids de Grain par Épi
			Témoin	Levée	Épis par M ²	Coef. de Tallage	Rendement en Quintaux à l'Ha					
							Grain	Paille	Total			
			90	232	2,50	21,34	36,86	58,20	0,36	0,91		
		20 13 7 5 2	36 44 60 72 87	93 114 236 222 275	2,58 2,59 3,93 3,08 3,16	9,87 12,65 23,12 24,01 30,27	18,96 25,25 42,96 47,99 48,23	28,83 37,90 66,08 72,00 78,50	0,34 0,33 0,34 0,33 0,30	1,06 1,10 1,97 1,08 1,10		
	Nitrate de potasse	13 9 7 5 2	38 40 53 73 83	108 190 217 229 258	2,84 4,75 4,09 3,13 3,10	11,50 21,30 23,87 22,38 28,00	19,50 29,90 34,72 32,32 47,60	31,00 51,20 58,59 54,70 75,60	0,37 0,41 0,40 0,40 0,37	1,06 0,12 1,10 0,97 1,08		
	Nitrate de soude	13 9 7 5 2	22 35 47 61 81	86 103 163 201 250	3,90 2,94 3,46 3,29 3,08	7,31 8,75 16,62 19,49 26,75	12,47 18,45 26,24 33,63 45,75	19,78 27,20 42,86 53,12 72,50	0,36 0,32 0,38 0,36 0,36	0,85 0,84 1,01 0,96 1,07		
	Nitrate d'ammoniaque	13 9 7 5 2	22 35 47 61 81	86 103 163 201 250	3,90 2,94 3,46 3,29 3,08	7,31 8,75 16,62 19,49 26,75	12,47 18,45 26,24 33,63 45,75	19,78 27,20 42,86 53,12 72,50	0,36 0,32 0,38 0,36 0,36	0,85 0,84 1,01 0,96 1,07		
	Nitrate de chaux	20 13 9 7 2	17 30 55 52 90	50 97 195 236 249	2,94 3,23 3,54 4,53 2,76	4,30 9,20 20,28 26,66 27,13	10,27 21,84 34,32 44,34 42,07	14,50 31,04 54,60 71,00 69,20	0,29 0,29 0,37 0,37 0,38	0,86 0,94 1,04 1,12 1,08		

dre, à 7 T. l'action du nitrate de chaux est comparable à celle du nitrate de potasse, le nitrate de soude, par contre rejoint le nitrate d'ammoniaque et donne lieu à une levée qui est un peu plus du quart du témoin.

Si l'on tient compte de «l'erreur d'expérience» on peut conclure que jusqu'à 4 ou même 5 T l'action des nitrates de potasse et de chaux est comparable, ils diminuent légèrement la germination, à ces mêmes doses les nitrates de soude et d'ammoniaque ne laissant germer que 30% des grains environ.

Les facteurs: richesse de terrain, nature physique et conditions climatiques étant à peu près les mêmes pour deux terres, (Olry et Tomblaine) il convient de noter, que la toxicité des nitrates n'a subi aucune modification à la suite d'un apport de Chlorure de potassium et de Scories, que l'on envisage cet apport de par son pouvoir antagoniste ou plus simplement par son action fertilisante.

Il est bon cependant de rappeler que les différences de résistance observées parmi les trois variétés, tant au laboratoire en solutions, que dans nos essais en pots, apparaissent aussi nettement en pleine terre, c'est du moins ce que nous permettent de conclure les carrés ayant été épargnés au champ d'expérience de Tomblaine sur les nitrates de potasse et de soude.

Parmi les 3 variétés d'automne le Rouge d'Alsace 22 se détache comme étant plus résistant que le Vilmorin 27 et le Bastard de Rimpau.

Comme il fallait s'y attendre, l'action des nitrates se révèle beaucoup plus toxique sur les graines de blé en germination, que sur les plantules en végétation, mais l'ordre de la toxicité des nitrates est dérangé, le nitrate de chaux s'avère le plus toxique des 4 avec le nitrate d'ammoniaque alors que la toxicité du nitrate de soude se rapproche de celle du nitrate de potasse.

Cette différence d'action, des nitrates agissant sur des plantules et sur des graines en germination, si l'on juge au nombre de plantules ayant survécu aux nitrates se chiffre par une supériorité numérique énorme, spécialement pour le nitrate d'ammoniaque, qui, antibiotique à 9 T pour les graines en germination, ne tue que les $\frac{3}{4}$ des plantules à 13 T.

Spécialement aux fortes doses la supériorité numérique qu'accusent les plantules ayant résisté à l'action des nitrates sur les graines ayant subi les mêmes doses, se chiffre par une différence de 10 à 40 sujets.

Nous avons étudié jusqu'ici la première phase de l'action des nitrates pendant laquelle s'est maintenu l'état maladif de la végétation mais sous l'influence de certains facteurs, cette action s'élimine comme on l'a vu, non sans laisser derrière elle des troubles dans le cycle végétatif: ainsi sur quelque terre que l'on expérimente, les nitrates de potasse et de soude hâtent l'épiaison et la floraison, les fortes doses de nitrate

d'ammoniaque la retardent.

Suivant le cas les nitrates de potasse et de soude, ou sont sans action sur la maturité, ou provoquent une très légère précocité, par contre le nitrate d'ammoniaque la retarde nettement.

Tous les nitrates, et le nitrate de potasse en particulier, ont provoqué une coloration plus foncée de l'épi, de la paille, des grains et des feuilles.

Mais c'est incontestablement les modifications apportées par les nitrates sur la morphologie externe des différents organes du blé, qui sont les plus intéressantes.

Suivant la nature du terrain, et l'aptitude des différentes variétés nous les voyons taller abondamment, et d'une façon générale d'autant plus fort que la dose est plus grande. La nature du nitrate possède aussi une influence, les nitrates de soude, de potasse et de chaux poussent à un tallage plus abondant que le nitrate d'ammoniaque. Cette aptitude au tallage est quelquefois exagérée jusqu'à être 4 fois supérieure au témoin.

Les nitrates suivant le cas agissent de deux façons sur la longueur de la paille, ou bien comme à Tomblaine ils la diminuent légèrement, ou bien l'augmentent comme à Olry.

Quoi qu'il en soit le nitrate de potasse apporte toujours une augmentation dans la longueur de la paille. Exception faite des fortes doses de nitrate d'ammoniaque (Tomblaine) les nitrates augmentent le diamètre de la paille, ils augmentent de même, et c'est le résultat le plus intéressant au point de vue pratique, la longueur des épis, le nombre d'épillets et de grains par épillet et diminuent dans de très fortes proportions le taux d'avortement des épillets basaux. Ils donnent lieu sur le Vilmorin 27 et à 2 reprises sur le Rouge d'Alsace 22 à des épillets surnuméraires fertiles portant des grains parfaitement développés. Il serait intéressant de voir si cette anomalie se comporte comme récessive, ou si elle disparaîtra dans les cultures suivantes. Nous ne jugerons pas ce travail achevé tant que nous ne serons pas fixé sur ce caractère; nous comptons donc, au sitôt que l'occasion se présentera, étudier sa fixité.

Comme bien l'on pense, de l'augmentation du coefficient de tallage et par conséquent du nombre d'épis par mètre carré, de la longueur de l'épi, du nombre d'épillets et de grains par épillet et par conséquent du poids de grains par épi, il résulte une augmentation très nette du rendement en grains et en paille, variable cependant avec les nitrates. Les nitrates de potasse et de soude apportent généralement la plus grande augmentation, et le nitrate d'ammoniaque la plus faible, à doses égales.

MOUVEMENT DES NITRATES DANS LE SOL

L'emploi des engrais solubles a été dominé depuis longtemps par la préoccupation unique d'éviter les déperditions de ces engrais dans le sous-sol. De nombreuses expériences ont déjà été entreprises pour se rendre compte de leur mouvement dans le sol, et de leur diffusion.

Pour expliquer le mouvement de ces engrais dans le sol il faut établir la différence entre deux phénomènes bien distincts :

1^o/ Leur diffusion.

2^o/ Leur pénétration.

Diffusion : L'expérience très démonstrative de Brunhes prouve l'extrême lenteur de la diffusion, même dans un milieu continu tel que l'eau : « Deux nappes, d'eau pure et d'eau salée, étant contigües, on rencontrerait à 2 cm. du plan de séparation et du côté de l'eau pure une solution ayant 8% de la concentration de l'eau salée au bout d'un jour ». Un simple calcul montre que pour avoir la même concentration à 20 cm. il faut 10 jours.

Dans le sol la diffusion est encore plus lente à se produire et M. M. Müntz et Gaudechon ont relevé la lenteur et même, pourrait-on dire l'absence du phénomène de diffusion dans le sol, et ils constatent que le NO_3Na et le NaCl , dans une terre siliceuse ne se rencontrent pas à 25 cm. du point où ils avaient été placés une semaine auparavant; la diffusion n'est guère plus grande dans une terre argilo-siliceuse faiblement tassée et renfermant 15% d'eau : le NaCl n'a pas atteint 60 cm. du point où il avait été placé un mois auparavant.

Cette lenteur extrême paraît tenir à ce que la terre ne forme pas un milieu continu, condition nécessaire pour que la diffusion puisse se produire. Si par contre, un fort tassement est effectué, les particules terreuses rapprochées atténuent la discontinuité, et l'on constate alors une diffusion un peu plus active, et si, en même temps que le tassement; la terre se trouve noyée d'eau, il se forme alors un milieu continu et la déperdition est à craindre dans ce cas.

M. M. Malpeau et Lefort expérimentant avec le nitrate de soude et le nitrate de chaux dans les mêmes conditions mais prolongeant leurs observations durant 4 mois concluent comme M. M. Müntz et Gaudechon, que la diffusion très lente dans le sable siliceux (14% d'eau et piétiné pour réaliser un tassement équivalent à un roulage), est encore plus

faible dans la terre argilo-siliceuse, c'est à peine s'ils retrouvent entre 5 et 10 cm. du centre, la même quantité d'engrais.

On peut croire à prime abord qu'en raison de leur densité, les solutions salines doivent avoir une tendance à descendre dans la terre à travers les interstices, et que la diffusion dans le sens de la profondeur est plus grande que la diffusion latérale. M. M. Müntz et Gaudechon et M. M. Malpeaux et Lefort montrent qu'il n'en est rien et que le déplacement horizontal équivaut sensiblement au déplacement vertical.

Pénétration: Une fois les engrais confiés au sol, l'agriculteur les perd de vue.

Cependant différents auteurs se sont appliqués à étudier la question de l'entraînement des nitrates par les eaux de pluie; certains ont expérimenté au laboratoire, d'autres en plein champ. En effet il importe de connaître le temps que mettent ces éléments solubles à passer dans les eaux de drainage, ce point de vue présente le plus grand intérêt. Suivant les années, humides ou sèches, que deviennent ces engrais? Dans le premier cas jusqu'à quelle profondeur sont-ils entraînés? Jusqu'à être hors de la portée des racines? Dans le second cas lorsque survient une période de sécheresse, accompagnée de récoltes déficitaires, doit-on compter sur un résidu, et réduire l'année suivante les fumures habituelles? La question est des plus passionnantes. L'achat de ces engrais représente des sacrifices considérables: il y a un intérêt économique évident à obtenir le maximum d'effet utile avec le minimum de frais. On peut dire sans exagérer que le trait dominant de l'emploi des engrais solubles, est le jeu de leur mouvement dans la terre arable.

L'eau de drainage, n'est chassée du sol que par déplacement; pour en arriver là, il faut que le sol soit saturé d'eau, chose qui ne peut avoir lieu qu'en hiver, période de fortes pluies, et où l'évaporation est très faible, mais ces arrosages peuvent agir de deux façons distinctes:

1^o/ En période pluvieuse, dans un sol humide, ils contribuent à la pénétration des nitrates dans les couches profondes.

2^o/ Lorsqu'au contraire à la suite d'une période assez longue sans pluies, le sol à la surface, s'est asséché par l'évaporation, on constate un rappel des nitrates à la surface, et s'il vient à tomber une pluie ordinaire, loin d'aider les nitrates à s'enfoncer, elle ne fait que «relier» la terre en favorisant le mouvement de bas en haut qui transporte les solutions salines à la surface.

Ce degré d'humidité du sol et sa capacité pour l'eau (autrement dit la quantité d'eau qu'il est capable de retenir) aura donc une grande influence sur l'enfoncement des nitrates.

D'après M. Dehérain une bonne terre franche, meuble, lorsqu'elle est saturée par les pluies en hiver, renferme au maximum 25% de son poids d'eau; normalement humide 14 à 16%, mais quand son degré d'humidité, descend à 10%, elle devient défavorable à la végétation, qui cesse complètement quand la proportion d'eau est de 6%.

La capacité pour l'eau est très variable, les terres caillouteuses ont nécessairement une capacité très faible, mais pour une série de terres fines elle n'est pas très variable.

M. M. Muntz, Faure et Lainé en ont expérimenté 144 dont 100 avaient une capacité pour l'eau comprise entre 30 et 40% de leur volume.

Pendant la période hivernale l'évaporation du sol étant négligeable, les nitrates ne font que s'enfoncer, mais quand arrive la belle saison, à la suite de l'évaporation très intense qui se produit à la surface du sol et par la transpiration des végétaux, il y a un rappel de l'humidité du sous-sol, qui entraîne avec elle les nitrates qui remontent ainsi plus complètement et même avec plus de facilité qu'ils ne s'enfoncent et en plus grande quantité, car la descente s'effectue relativement vite, sous le poids de l'eau en empruntant les canaux les plus larges, de sorte que cet entraînement ne sera jamais complet, l'eau n'enlevant que le nitrate voisinant les fissures; alors que l'eau qui remonte le fait lentement et finit par lécher toutes les particules de terre.

Comme le remarque M. Garola, quand on verse de l'eau sur une terre, cette eau sature d'abord les particules de terre avant de s'écouler entre les espaces vides. On pense bien que dans un sol cultivé l'enfoncement des nitrates sera moins complet que dans un sol tassé: avantage des pratiques culturales tendant à ameublir la couche superficielle du sol.

Mais, si le binage empêche dans une certaine mesure le nitrate de s'enfoncer, par contre, détruisant les canaux capillaires, il entrave le mouvement ascendant.

M. M. Lawes et Gilbert sont d'avis que dans le sol l'eau pénètre de deux façons :

1^{re}/ Par drainage direct à travers les fissures.

2^e/ Par drainage général en s'infiltrant dans toute la masse de la terre.

M. Schloesing et plus tard M. Rousselle concluent que le sous-sol, vu sa grande compacité peut être considéré comme une masse continue, et de ce fait c'est le drainage général qui fonctionne, et les eaux qui s'infiltreront enfoncent les nitrates graduellement, mais également. Les nitrates ne sont pas perdus tant qu'ils n'ont pas atteint la nappe phréatique, parce que par capillarité ils peuvent encore être rappelés à la surface. Mais s'ils dépassent cette couche et qu'ils en rencontrent une imperméable et inclinée, ils la suivent et se perdent.

Cette question du mouvement des nitrates, est donc aussi sous la dépendance de la nature du sol et du sous sol: quand le sous-sol est continu la déperdition n'est pas à craindre et la perte, toutes choses égales, sera beaucoup plus grande dans un sol sableux léger que dans un sol argileux.

M. M. Demolon et Brouet ont suivi dans les conditions naturelles la pénétration des nitrates et ils ont confirmé que la vitesse de pénétra-

tion et les pertes qui en résultent ont été exagérées : en effet dans les conditions les plus favorables à l'entraînement (chute de pluie de 246 m/m et sol sableux) le nitrate épandu à la surface, n'est pas complètement perdu des 20 cm. superficiels. Ces auteurs, relèvent en outre l'influence de la circulation «per ascensum».

Mais c'est M.M. Malpeux et Lefort qui ont mis en valeur d'une façon indiscutable l'importance du mouvement ascendant des nitrates.

Ayant enterré du nitrate dans une terre argilo-siliceuse à 25-50-75 cm. et 1 m. de profondeur, ils remarquent qu'après 11 jours seulement, le nitrate déposé à 25 cm. arrive à la surface, celui se trouvant à 50 cm. apparaît en moins d'un mois ; à la même date le nitrate placé à 75 cm. manifeste sa présence à la surface ; et d'une manière générale en sol tassé la montée des nitrates est plus rapide et la quantité plus grande que dans un sol biné.

Plus tard M. Rousselle étudie aussi le mouvement des nitrates dans le sol, et dans des tubes (45 cm. de haut et 25 cm² de section) préparés à cet effet. Il expérimente sur une terre plus ou moins humidiifiée et détermine l'enfoncement des nitrates. Il remarque entre autres que le nitrate originel est plus vite entraîné que le nitrate ajouté, et attribue ce résultat au fait que le nitrate incorporé à la terre n'est pas instantanément dissout. Comme de juste, il remarque que le nitrate dans une terre peu riche en eau est entraîné incomplètement, certains canaux capillaires se vidant sous l'influence de l'eau qui arrive, d'autres restant remplis ; par contre dans une terre moyennement humide le nitrate a été entraîné presque méthodiquement, comme chassé par le liquide d'arrosage. Il remarque que l'entraînement est régulier dans une terre très humide.

Etudiant ensuite l'influence de la capillarité, il remarque que tout le nitrate contenu naturellement dans la terre est entraîné dans le mouvement de bas en haut et que le nitrate de soude incorporé à 10 cm, du fond du tube est soulevé complètement.

EXPÉRIENCES PERSONNELLES SUR LE MOUVEMENT DES NITRATES DANS LE SOL

Influence des nitrates sur la texture du sol.

Nous avons remarqué, pour les fortes doses des différents nitrates une modification très nette de la structure du sol qui présentait une surface «glacée» semblable à celle décrite par M. Demolon dans la Dynamique du sol, à propos des limons glacés observés après de fortes pluies.

Les sols salins sont très fréquents à Sind (région située dans la plaine alluviale de l'Inde). M. Shama Iyengar, décrit leur texture, qui est analogue à celle que nous constatons dans nos essais à la suite de l'apport de nitrate de soude et de nitrate d'ammoniaque, il constate que la per-

méabilité de ces terres est très réduite, et leur point d'adhésivité plus élevé.

M. M. Okhotin et O. F. Smirnova étudiant les propriétés physico-mécaniques des sols alcalins et leur modification sous l'influence des sels, remarquent que l'exagération des propriétés « argileuses » du sol se produit après le remplacement de la chaux par la soude. Quand la teneur de ce dernier atteint 17% de la capacité d'absorption, une augmentation subséquente de la teneur en soude du complexe absorbant augmente les caractères argileux du sol, lentement et relativement peu.

Ils préconisent pour améliorer les propriétés physico-mécaniques du sol alcalin, les sels de chaux en quantité assurant le remplacement total de la soude du complexe absorbant, par la chaux.

Nous avons observé cette modification de la texture du sol à partir de 5 T à l'Ha de nitrate de soude. Nous croyons pouvoir expliquer cette action par le rôle joué par l'ion Na sur les colloïdes du sol qui, peptisés occupent un volume très grand, se gonflent et obstruent tous les pores du sol, tous les intervalles existant entre les agrégats, d'où l'obtention d'une surface unie, glacée, sans fissure et formation d'une masse compacte, très dure, très difficilement perméable à l'eau, à l'air et très difficile à travailler.

La même action, même légèrement plus accusée a été remarquée avec le nitrate d'ammoniaque même à plus faible dose.

Cette action a été plus faible pour le nitrate de potasse, l'ion K est donc moins peptisant que Na et NH_4^+ .

Quant au nitrate de chaux, nous avons observé une action tout à fait opposée; en effet les parcelles ayant reçu ce nitrate avaient un tout autre aspect. Le sol était beaucoup plus meuble, avait une bien meilleure perméabilité. Au lieu de se prendre en masse compacte, la terre s'effrite au contraire en fines particules. Cette action est due au rôle bien connu de l'ion Ca qui agit comme flocculant énergique des colloïdes du sol (d'où l'emploi des amendements calcaires pour améliorer les terres argileuses trop compactes, trop froides).

Cette flocculation des colloïdes du sol, a pour résultat d'assurer la formation des pores et canaux qui augmentent la perméabilité de la terre à l'eau et à l'air, et comme effet pratique de faciliter les travaux de préparation et d'entretien du sol.

Il existe un rapport intime entre les deux phénomènes : la toxicité des nitrates et leur pénétration dans la terre. Supposons pour le rendre plus saisissant que la terre fut douée vis à vis des nitrates d'un pouvoir de rétention (qu'elle n'a pas) et que ces engrais fussent très peu solubles (tel l'acide phosphorique). Du fait, leur toxicité eut été augmentée dans d'énormes proportions, les graines et les plantes devant dans ce cas subir une action plus continue, sans que les arrosages en entraînant ces nitrates, ni la terre en leur faisant subir une transformation quelconque, eussent pu leur être d'une aide salutaire. Supposons

par contre leur solubilité fût plus grande, leur diffusion et leur entraînement beaucoup plus faciles, du coup leur toxicité baisserait dans les mêmes proportions. Les graines placées à leur contact subiraient une action plus ou moins marquée; mais survienne une pluie qui emporte les nitrates dans les couches profondes, aussitôt les grains un moment en difficulté, délivrées de l'action néfaste, se ressaisissent, avant que ces engrais aient pu produire une action mortelle.

On voit dès lors l'obligation dans laquelle se trouve, qui s'attache à étudier la toxicité des nitrates dans le sol, de suivre parallèlement leur mouvement.

Il est facile de comprendre que de deux nitrates dont la toxicité propre est égale, mais la vitesse de pénétration dans le sol différente, le moins rapidement entraîné des deux, verra du coup sa toxicité augmenter, les végétaux devant subir plus longtemps son action, alors que le premier, grâce aux eaux de ruissellement aura été éliminé n'ayant eu le temps de faire subir à la végétation qu'une action néfaste passagère.

C'est donc de cette marche que dépend en grande partie la toxicité des nitrates. Ainsi à leur toxicité propre vient s'ajouter dans les essais en pleine terre un élément nouveau, celui résultant du jeu de leur pénétration dans le sol.

C'est dans nos carrés de culture du champ d'expérimentation à Tomblaine et au Parc Olry que nous avons suivi la pénétration des nitrates.

Les prélèvements de terre ont été effectués à l'aide d'une sonde (fabriquée dans ce but, sous les indications de M. Ch. Dupont, Directeur de la Station Agronomique de Nancy) pouvant faire des prélèvements jusqu'à plus d'un mètre de profondeur. On forait soigneusement 8 trous sur différents points du carré, afin d'obtenir un lot homogène.

Nous avons extrait trois tranches : 0 à 10, 10 à 20, 20 à 30 cms.

Les échantillons ainsi recueillis ont été séchés à l'air, pilés, tamisés et mélangés soigneusement pour constituer des échantillons moyens, puis séchés à l'étuve à 105°. Des prises de 100 ou 200 grs. de terre séchée à 105° ont été ensuite épuisées avec de l'eau chaude et du chlorure de calcium, filtrés sur une trompe à vide et lavées jusqu'à ce que le filtrat ne donne plus de réaction à la diphénylamine sulfurique.

Le liquide de lavage, généralement voisin de 1 litre a été évaporé, c'est sur le résidu de cette évaporation que nous avons dosé les nitrates par la méthode Schloesing.

M.M. A. Demolon et D. Leroux s'élèvent contre la méthode de Schloesing, telle qu'elle est couramment appliquée, qui consiste à recueillir le peroxyde d'azote dans l'eau; et au sujet de la lecture dans ce liquide qui dissout disent-ils 1/30 de son volume de bioxyde, et de plus dans l'eau le NO rencontrerait de l'azote et de l'oxygène avec lesquels il donnerait divers produits d'oxydation que l'eau absorbe.

Tenant compte des objections faites par ces auteurs, nous avons voulu nous mettre à l'abri de ces erreurs et adopté le dispositif préconisé par eux. Nous ne cacherons pas que la méthode opératoire est très compliquée.

Ce procédé ne peut d'ailleurs être utilisé que dans un laboratoire bien « argenté » vu la substitution du mercure à l'eau.

Parallèlement aux dosages effectués suivant la méthode décrite par M.M. A. Demolon et D. Leroux nous en avons fait par la méthode courante. Les résultats n'ont guère différé. (Les quantités de NO obtenues sur de l'eau ont même quelquefois été inférieures à celles obtenues sur du mercure). Dès lors nous avons adopté cette dernière, vu la facilité qu'elle présente au point de vue de la manipulation.

Afin que les résultats soient comparables nous les avons ramené en milligrammes d'azote pour 100 grs. de terre séchée à 105°.

Le 7 Mai, eu lieu la première prise d'échantillons à Tomblaine et à Olry, sur les parcelles ayant été fumées respectivement le 30 octobre et le 4 novembre et sur celles du semis de printemps à Tomblaine fumées le 6 mars.

Nous rappellerons que les nitrates ont été épandus en couverture.

Ne visant surtout qu'une comparaison de la pénétration de 4 nitrates, nous avons effectué nos prélèvements sur les carrés ayant reçu l'équivalent de 20 T à l'hectare.

Le tableau qui suit fixe la position des nitrates dans les 2 terrains, Olry et Tomblaine et pour un épandage effectué à dates différentes, début de novembre et début de mars.

La pénétration des nitrates dans les parcelles du semis d'automne au Parc Olry.

Si nous observons la pénétration des nitrates dans le terrain d'Olry, nous remarquons que les nitrates pénètrent très différemment dans le sol, avec de légères différences, nous pouvons classer le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque sur le même pied d'égalité, tous deux pénétrant beaucoup plus lentement que le nitrate de potasse et le nitrate de chaux.

Mais pour tous les nitrates, on observe le même appauvrissement des couches superficielles, au dépens de celles comprises entre 20 et 30 cm. de profondeur. Le nitrate de potasse, à peu près disparu de la surface et n'est guère plus abondant entre 10 et 20 cm; un peu plus cependant dans la couche comprise de 20 à 30 cm.

Le nitrate de chaux, assez uniformément réparti dans les 3 couches semble de même que le nitrate de potasse avoir été entraîné plus profondément.

Les nitrates de soude et d'ammoniaque sont tous deux également entraînés. En plus faibles proportions que le nitrate de chaux dans les 10 premiers centimètres, ils sont à peine plus abondants de 10 à 20 cm.,

ÉTUDE DE LA PÉNÉTRATION DES NITRATES EN PLEINE TERRE

Dates des prélèvements	Profondeur des prélèvem.	Parc Oly, nitrates épandus au début de Novembre 1933			Tomblaine, nitrates épandus au début de Novembre 1933			Tomblaine, nitrates épandus en Mars (début)		
		Milligr. d'azote p. 100 gr terre			Milligr. d'azote p. 100 gr. terre			Milligr. d'azote p. 100 gr. terre		
		NO^3K	NO^3Na	NO^3NH^1 (NO^3Ca)	NO^3K	NO^3Na	NO^3NH^1 (NO^3Ca)	NO^3K	NO^3Na	NO^3NH^1 (NO^3Ca)
7 Mai 1934 pluie m/m 265,90	0 à 10 cm	3,40	10,88	8,36	17	16,34	52	17,02	6,80	16,92
	10-20	6,85	24,91	20,97	17	9,53	26,07	19,06	8,85	40,59
	20-30	18,79	80,60	86,59	21,76	8,17	92,58	52,54	6,80	88,83
	Somme	29,04	116,39	115,92	55,76	34,04	170,65	86,62	22,45	146,34
										251,75
21 Août 1934 m/m 449,90	0 à 10	4,23	6,34	11,28	6,70					268,45
	10-20	14,24	7,73	32,43	29,01					164,01
	20-30	28,20	42,02	58,23	35,12					
	30-40	40,89	58,80	63,45	31,75					
	40-50	39,48	43,52	25,38	45,30					
		127,04	158,41	190,77	147,88					
21 Août 1934 m/m 449,90	0-10	5,22	6,32	12,68	7,05	} Prélevé dans les parcelles à 2 Tonnes à l'hectare				
	10-20	9,05	17,02	18,33	14,80					
	20-30	7,58	24,64	29,79	11,98					
	30-40	12,70	20,15	31,02	4,93					
	40-50	14	26,92	36,52	11,28					
		48,55	95,05	125,34	50,04					

mais se trouvent accumulés en quantité 4 fois supérieure au nitrate de potasse et au nitrate de chaux de 20 à 30 cm.

La somme de la teneur en azote des 3 couches pour chaque nitrate nous donne l'ordre suivant : le nitrate de potasse est le plus rapidement entraîné, suivi d'assez loin du nitrate de chaux, puis viennent détachés les nitrates d'ammoniaque et de soude.

La déperdition en plus grande quantité du nitrate de chaux comparé au nitrate de soude a déjà été constatée par M. M. Ch. Brioux et E. Jouis.

La pénétration des nitrates dans les parcelles du semis d'automne à Tomblaine.

A Tomblaine par contre c'est le nitrate de chaux, qui a été le plus rapidement emporté des 4 nitrates, il est réparti également dans les trois couches, qui en contiennent aussi peu. Le nitrate de potasse, à peine plus abondant à la surface, a disparu comme le nitrate de chaux de 10 à 30 cm.

Le nitrate d'ammoniaque se retrouve en quantités croissantes et toujours supérieures aux 2 précédents. La couche la plus profonde en contient 3 fois plus que la surface et 7 fois plus que le nitrate de chaux à la même profondeur.

Mais c'est le nitrate de soude qui est de loin le moins entraîné. La couche comprise entre 10 et 20 cm. en contient le moins, par contre il est très abondant à 30 cm., soit à peu près 2 fois plus que le nitrate d'ammoniaque.

L'ordre de la pénétration des nitrates n'est donc pas le même que celui observé à Olry.

Il se présente comme suit : nitrate de chaux, nitrate de potasse, nitrate d'ammoniaque et enfin de loin le moins entraîné est le nitrate de soude.

La pénétration à Tomblaine dans les parcelles du semis de printemps.

Dans les parcelles ayant été fumées en Mars et reçu 109 m/m de pluie jusqu'au moment du prélèvement des échantillons, à défaut de parcelles ayant reçu 20 T, nous avons fait nos prélèvements dans celles ayant 13 T et ramené ensuite le tout à 20 T. Nous constatons là aussi une migration des nitrates, vers les couches profondes, le nitrate de soude excepté.

Le nitrate de potasse a été emporté plus que le nitrate de chaux et la couche superficielle est 5 fois plus pauvre que celle comprise entre 20-30 cm. Le nitrate de potasse semble avoir pour la pénétration une avance qui se chiffre par une dizaine de centimètres sur le nitrate de chaux qui est aussi abondant à 20 cm. que le nitrate de potasse l'est à 30 cm. Le nitrate de soude est ici encore moins facilement entraîné que le nitrate d'ammoniaque, on le retrouve plus abondant à la surface et le nitrate d'ammoniaque de 10 à 20 cm.

Cependant, la somme de la teneur des trois couches nous donne le nitrate d'ammoniaque plus abondant que le nitrate de soude, et le nitrate de chaux plus que le nitrate de potasse.

Position des nitrates au parc Olry en Août 1934.

La deuxième prise d'échantillons n'a été faite qu'à Olry, le 21 Août. Certain que nous étions, de retrouver les nitrates dans les couches superficielles, nous n'avons pas voulu au printemps, pousser nos sondages à plus de 30 cm. de profondeur. Mais les résultats de nos dosages ayant ruiné nos prévisions sur la position des nitrates, nous avons dû en Août pousser d'avantage nos sondages, qui ont été par fraction de 10 cm. jusqu'à 50 cm. de profondeur.

Nous voyons sur le tableau que tous les nitrates, quoique dans des proportions différentes, se retrouvent plus abondants dans les quatrièmes et cinquièmes tranches, et nous les retrouvons en Août plus abondants qu'en Mai dans les 30 premiers centimètres.

Mais il n'en est pas de même pour les nitrates de soude et d'ammoniaque, nous remarquons un très net appauvrissement, spécialement en ce qui concerne le premier.

Le somme de la teneur en azote des 5 couches, nous montre encore le nitrate de potasse comme étant le plus rapidement entraîné, suivi du nitrate de chaux, vient ensuite le nitrate de soude et enfin d'assez loin le nitrate d'ammoniaque.

Pénétration des nitrates à Olry dans les parcelles ayant reçu 2 Tonnes à l'hectare.

La question se posait de savoir, quel serait l'ordre de la pénétration dans un sol n'ayant pas eu sa structure physique modifiée. Dans le but de répondre à cette question, nous avons effectué le 21 Août, des prises d'échantillons, dans les parcelles à Olry n'ayant pas eu ou très peu, leur structure modifiée, en l'occurrence celles ayant reçu 2 T de nitrates à l'hectare.

Il est curieux de remarquer que la couche superficielle comprise entre 0 et 10 cm. est aussi pourvue en azote que celle des parcelles ayant reçu 10 fois plus d'engrais.

Quant à l'ordre de la pénétration c'est le nitrate de potasse et le nitrate de chaux qui sont le moins rapidement entraînés; le nitrate de soude se retrouve en quantité à peu près double, mais c'est le nitrate d'ammoniaque est de loin le moins entraîné.

Si l'on excepte le nitrate de chaux, tous les nitrates sont plus abondants dans les couches profondes comprises entre 30 et 50 cm.

On voit donc que sans cette action de transformation de la texture du sol qui semble à prime abord être la cause déterminante de ces différences dans la pénétration; les nitrates de soude et d'ammoniaque sont moins rapidement entraînés que les nitrates de potasse et de chaux.

Essais au laboratoire sur la pénétration des nitrates.

A côté des essais en pleine terre, toujours dans le but d'étudier et de comparer la pénétration des nitrates, nous en avons entrepris d'autres au laboratoire.

Nous avons expérimenté dans ce but, dans des vases en verre, de 27 cm. de haut et 13 cm. de diamètre, à fond conique et tubulé, et garni pour retenir la terre d'un tampon d'amiante, laissant s'écouler les eaux de drainage.

La terre dont nous nous sommes servi dans ces essais, est la même que celle utilisée pour les essais en pots en plein air. Une bonne terre moyennement riche, ayant 17% d'humidité. Nous avons rempli nos vases de 2 kgs, 200 de terre, et épandu à la surface la quantité correspondant à 10 T de nitrate.

Dates d'arrosages	Azote en Milligr. contenu dans la totalité du liquide écoulé.				Volume d'eau d'écoulement recueilli en cc.			
	NO ³ K	NO ³ Na	NO ³ NH ⁴	(NO ³) ² Ca	NO ³ K	NO ³ Na	NO ³ NH ⁴	(NO ³) ² Ca
20	32,61	24,44	21,44	35	100 cc	128	135	75
23	169,49	73,32	57,06	108	93	139	152	106
26	222,79	108,64	89,62	236,43	162	143	132	160
29	182,63	84,19	95,06	163,06	140	121	142	130
2	163,02	72,20	144,07	205,80	130	90	87	135
5	152,19	144,07	108,7	157,65	150	75	132	155
8	187,03	198,16	190,12	140,74	93	112	52	94
11	92,67	228,07	236,13	168,78	130	127	130	130
Pluie 168								
PROFONDEUR DES PRÉLÈ- VEMENTS.	NO ³ K	NO ³ Na	NO ³ NH ⁴	(NO ³) ² Ca	Dosages effectués dans les pots.			
0-10	46,2	59,6	82,86	47,96				
9-18	14,95	71,0	57,07	21,63				
18-27	13,49	60,2	48,91	24,67				
	74,64	190,8	188,84	104,06	Milligr. d'azotep. 100 de terre			

La durée de ces essais a été d'un peu plus de 3 semaines, pendant lesquelles, nous avons donné graduellement à tous les pots la quantité correspondant à 168 m/m de pluie.

Après chaque arrosage nous avons recueilli, évaporé et dosé l'azote contenu dans la totalité des eaux d'écoulement.

A la fin de nos essais, nous avons découpé la terre contenue dans chaque pot en 3 portions horizontales; et c'est sur 100 grs. de terre de chaque portion soigneusement mélangée, que nous avons dosé les nitrates.

En ce qui concerne le dosage de l'azote dans la terre nous remarquons qu'à la seule exception du nitrate de soude, les autres nitrates se trouvent en plus grande proportion sur la couche superficielle qu'en profondeur.

Les nitrates de soude et d'ammoniaque sont les moins entraînés des quatre, et le nitrate de potasse celui qui se retrouve le moins.

Si nous observons maintenant la teneur en azote des eaux d'écoulement, nous voyons que celles des vases ayant reçu les nitrates de potasse et de chaux atteignent le maximum de leur teneur en azote au bout du troisième arrosage ; alors que les nitrates d'ammoniaque et de soude, en quantité très faible au début, se retrouvent de plus abondants, et le maximum vient après le huitième arrosage.

Ce fait est une preuve manifeste de la pénétration plus rapide du nitrate de chaux et du nitrate de potasse.

La diffusion latérale des nitrates.

Avant de finir les essais sur la pénétration des nitrates, nous avons voulu étudier d'une façon précise la diffusion latérale. Nous avons dans ce but, séparé la terre contenue dans un vase en verre à fond plat de 25 cm. de haut et 13 cm. de diamètre, transversalement par une toile métallique à mailles fines ; La première moitié a reçu en épandage l'équivalent de 10 T à l'Ha de nitrate de soude, l'autre moitié nous servira de témoin.

La toile métallique nécessaire pour empêcher les deux lots de se mélanger, n'empêchera pas la diffusion de se faire.

Nous avons voulu en semant 10 grains dans chaque division étudier aussi l'action de cette diffusion, (au cas où elle s'exercerait), sur la végétation.

Nous avons préparé deux vases dans les mêmes conditions, le premier recevra 5 mm de pluie tous les deux jours, et le deuxième seulement la quantité perdue par évaporation ; la durée de cette expérience a été de 20 jours. Après ce laps de temps, nous avons divisé la terre de part et d'autre de la toile métallique en 2 parties transversalement, chacun de ces lots, a été ensuite divisé en deux dans le sens longitudinal. Il se peut en effet, que la diffusion se soit faite du côté témoin et dans la partie avoisinant la toile métallique, sans avoir eu le temps d'atteindre les points les plus éloignés.

C'est dans le but d'étudier la possibilité de cette hypothèse que nous avons sectionné le côté témoin transversalement.

La première partie, comprenant la terre la plus rapprochée de la toile devra par conséquent si la diffusion s'exerce, être plus riche en azote que la deuxième la plus éloignée. Nous avons dosé de la même façon que dans les expériences précédentes l'azote :

Sur la couche superficielle et dans la portion basale du côté nitraté.

a) dans la couche superficielle la plus rapprochée de la toile métallique.

b) dans celle la plus éloignée.

c) dans les portions basales correspondant à ces deux couches.

Ceci pour les 2 vases, c'est-à-dire celui ayant été arrosé de 5 m/m de pluie tous les 2 jours, et celui auquel on n'a restitué que l'eau perdue par évaporation. Les résultats de nos dosages nous ont montré que la diffusion latérale est inexistante n'ayant pu s'exercer à 35 m/m du point où le nitrate a été épandu; et la couche la plus éloignée n'accuse aucune différence avec le témoin.

Pour les deux cas d'arrosage, on voit comme de juste une pénétration en profondeur qui est le résultat de l'arrosage, chose d'ailleurs qui se remarque même dans le témoin.

D'ailleurs la diffusion si elle s'exerçait, si faible fut-elle, aurait eu sa répercussion sur les graines, et les plantules issues des graines semées du côté témoin parallèlement et à 10 m/m de la toile métallique et par conséquent de la forte dose de nitrate; or dans la moitié non nitratée la levée s'effectue normalement et les grains situés à proximité de la toile, lèvent tout aussi bien que les plus éloignés; par contre du côté nitraté aucune levée n'a été observée. Plus tard les plantules situées sur la zone où devrait s'exercer la diffusion, (s'il en existait une), n'ont accusé aucune différence avec celles du lot témoin. Ce fait est aussi une confirmation de l'inexistence, ou tout au moins de l'extrême lenteur de la diffusion latérale.

Les vases dans lesquels ces expériences ont été faites étant en verre, nous avons remarqué que les racines des plantules situées du côté fortement nitraté convergent toutes vers le côté non nitraté, d'ailleurs à la fin de l'essai la toile métallique était traversée par de nombreuses racines se dirigeant du côté fumé vers le témoin.

Nous tenons ainsi l'explication de la levée, plus abondante dans les essais en pleine terre, sur les lignes de bordure qu'à l'intérieur :

La germination a pu se faire dans le sol avant que les nitrates, (qui ont toujours été épandus 5 jours à une semaine après l'ensemencement aient atteint les grains); les jeunes racines incommodées par les fortes doses de nitrate, ont essayé de s'y dérober en cherchant refuge dans une zone neutre et comme dans nos essais en pots, ont modifié leur géotropisme afin d'atteindre la zone leur permettant de surmonter la dépression, ou d'échapper à la mort que leur réservait le contact du nitrate en forte dose. Ce n'est donc pas à un épandage défectueux qu'il convient d'attribuer la différence numérique entre la levée en bordure et celle du milieu des parcelles, mais à une réaction physiologique des plantules.

Conclusion. — Des essais effectués sur la pénétration des nitrates, il résulte que les engrais pénètrent dans le sol plus ou moins rapidement. Par ordre de rapidité de pénétration nous retiendrons, le nitrate de potasse

et le nitrate de chaux, se détachant de très loin du nitrate de soude et du nitrate d'ammoniaque. Nous constatons d'une façon générale, un appauvrissement des couches superficielles et une forte accumulation dans celles plus profondes. Comme de juste l'appauvrissement est fonction de la quantité de pluie reçue.

Du mois de Mai au mois d'Août nous ne remarquons qu'un très léger mouvement ascendant du nitrate de potasse et du nitrate de chaux. Nous remarquons en outre, que l'intensité de la pénétration varie d'une terre à l'autre.

Les résultats de nos essais au laboratoire corroborent ceux obtenus en pleine terre, sur l'ordre de la pénétration des quatre nitrates.

Quant à la diffusion latérale nos résultats renforcent tous ceux déjà obtenus avant nous, et confirment l'inexistence de ce mouvement.

Connaissant le pouvoir flocculant de la chaux sur les colloïdes et celui au contraire peptisant de la soude, on est enclin à déduire avec M. M. CH. Brioux et E. Jouis, que c'est grâce à la diminution de la compacité du sol apportée par l'ion calcium, que le nitrate de chaux est plus rapidement entraîné que le nitrate de soude, qui lui, au contraire glace le sol.

Nous ne partageons pas entièrement cette façon de penser, car nous voyons dans les tableaux de la pénétration que le nitrate de potasse qui jouit de la propriété de peptiser plus ou moins les colloïdes et qui donne à la terre une texture plus ou moins compacte est souvent beaucoup plus rapidement entraîné que le nitrate de chaux qui, au contraire rend le sol très meuble, friable et par conséquent exagère sa perméabilité.

Nous ne doutons, pas que la pénétration des nitrates soit influencée en partie par les modifications qu'ils apportent à structure physique du sol mais nous croyons, nous appuyant sur nos résultats, qu'il existe à la base de ce phénomène, une cause qui ne semble pas tenir uniquement à la propriété des différents ions à coaguler ou à flocculer les colloïdes. La solubilité des différents nitrates, telle qu'on la rencontre dans les tableaux de Landolt Börnstein, n'explique pas non plus ces différences dans la pénétration.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La toxicité des nitrates est sous la dépendance de nombreux facteurs qui interviennent pour modifier leur action sur les graines ou les végétaux.

Quand on parle de toxicité d'un nitrate, il convient de préciser les conditions dans lesquelles cette action s'est manifestée. Les éléments qui interviennent dans la variation de cette action sont multiples; parmi les plus importants, citons: la nature et la dose du nitrate, la nature de la graine, les conditions du milieu.

Dans nos essais, nous nous sommes appliqué à mettre en évidence l'action des nitrates dans des milieux différents, et choisis de telle sorte, qu'ils font intervenir un à un et isolément les différents facteurs que nous nous proposons d'étudier. Ainsi, partant des essais en solutions où deux seuls facteurs entrent en action: nature du nitrate et celle du grain, nous avons, procédant par cheminement, augmenté le nombre des éléments en présence en passant d'un milieu simple qui est la solution pure, dans un milieu complexe: la terre.

Il était difficile d'isoler tous les éléments susceptibles d'intervenir dans les essais en terre, cependant nous avons tenu à dissocier les principaux, qui, dans ce milieu, sont susceptibles de modifier la toxicité des nitrates, c'est-à-dire la nature physique et chimique du terrain, les conditions extérieures (température, pluviométrie et évaporation) et enfin les mouvements se produisant du fait des éléments pluviométriques dans le corps même du terrain.

C'est dans le but d'étudier séparément chacun de ces éléments que nous avons effectué des essais en pots au laboratoire où, sauf la nature du terrain, aucun élément extérieur ne vient modifier la toxicité des nitrates; car nous avons maintenu une température et un taux d'humidité constants, éliminant ainsi ces deux facteurs: température et pluviométrie, très importants dans la terre pleine; éléments, dont on jugera l'importance dans les essais en pots en plein air, qui font intervenir les conditions de l'air libre.

Les essais en solutions pures sont les seuls où l'on puisse juger de la toxicité «propre» à chaque nitrate, car ce sont les seules expériences où l'engrais est l'unique élément agissant sur la graine. Le luxe de précautions dont nous nous sommes entouré nous permet d'avancer que

dans nos essais en solutions, seule l'influence des nitrates dégagée de toute action étrangère entre en jeu, car nous avons éliminé autant que possible, les erreurs provenant tant de la nature du récipient, que de la pureté de l'eau dans laquelle nos nitrates ont été dissous.

Ces essais permettent de tirer les conclusions suivantes :

Chacun des quatre nitrates expérimentés, dont l'ordre de toxicité décroissant est : nitrate d'ammoniaque, nitrate de soude, nitrate de potasse et nitrate de chaux, jouit d'une toxicité propre, différente de celle des trois autres, tant par son intensité que par le genre de phénomènes d'intoxication qu'il détermine sur les graines en germination et les plantules au début de leur végétation.

Les nitrates à 3% arrêtent totalement la germination, puis, à mesure que les doses sont plus diluées, cet arrêt n'est que partiel permettant à une fraction du nombre de graines expérimentées de germer avec un certain retard. Ces manifestations de la toxicité s'éliminent graduellement, à mesure que la concentration de la solution diminue pour faire place à une influence, d'abord indifférente, et, aux plus fortes dilutions à une action favorable qui se manifeste par une accélération de la germination.

Ce sont des observations de cet ordre qui ont permis à M. Huppe (1896) de formuler sa loi, d'une portée biologique générale «Chaque corps, qui à certaines concentrations tue le protoplasme, arrête en moindre quantité son développement, et en quantité encore moindre agit au contraire comme irritatif sur les fonctions vitales».

Les effets d'intoxication des nitrates sur la morphologie externe de la graine en germination, ne résident qu'en un brunissement du tégument sous l'action des fortes doses de nitrate d'ammoniaque et de nitrate de soude. Par contre, les effets produits au début de la végétation des plantules issues des grains intoxiqués sont très nombreux. Cet effet d'intoxication affecte aussi bien la racine que la tige, mais ces deux organes jouissent d'une sensibilité différente. Le phénomène d'intoxication le plus commun est une diminution de longueur aussi bien de la racine que de la tige des plantules, un écourtement de la coléoptile des céréales; de plus tous les nitrates possèdent le pouvoir d'intensifier la coloration verte des feuilles.

Mais la plupart des autres effets de l'action toxique diffèrent avec la nature du nitrate.

Sous l'action du nitrate d'ammoniaque les racines ont tendance à brunir et à s'effiler; la tige, voit son diamètre diminuer.

Le nitrate de soude brunit rarement les racines mais provoque un épaississement, spécialement aux extrémités qui finissent alors en massue, quelquefois aussi, elles présentent de véritables petites nodosités; la tige, elle même s'épaissit.

Comme le nitrate de soude, le nitrate de potasse épaissit les racines et la tige.

Le nitrate de chaux, s'il donne lieu à un épaissement des racines, leur fait rarement perdre leur souplesse et leur couleur normale. Suivant la nature de la graine la tige s'épaissit ou s'effile sous son action.

Les graines expérimentées, jouissent d'une sensibilité très différente à l'égard des nitrates; et la sensibilité d'une même graine varie dans de grandes proportions d'un nitrate à l'autre. Mais nous pouvons à priori, admettre que des quatre nitrates expérimentés, le nitrate d'ammoniaque est le plus toxique (les racines de l'orge et du seigle sont encore sensibles à 0,062‰) tandis que le nitrate de chaux et quelquefois le nitrate de potasse, les moins toxiques.

D'une façon générale les nitrates en solutions sont toxiques à partir de 1‰.

Il n'existe comme on le voit aucun rapport entre le poids moléculaire d'un nitrate et sa toxicité, le plus toxique des quatre, le NO^3NH^4 a un poids moléculaire de 80, et le $(\text{NO}^3)^2\text{Ca}$, le moins toxique 164.

Le contact direct du nitrate (sel) avec la graine montre que la toxicité des nitrates dans ces conditions, n'est fonction que de l'hygroscopicité du nitrate.

Les nitrates qui, en solutions pures sont souvent toxiques à de fortes dilutions, voient cette action décroître dans de grandes proportions dans un milieu complexe tel que la terre. C'est ce que nos essais en pots et ceux en pleine terre nous démontrent.

Nous avons voulu dans nos essais en pots, étudier l'influence de ce facteur complexe sur les manifestations de la toxicité, mais comme il était intéressant de connaître, l'influence du terrain dégagée de l'action des agents atmosphériques, nous avons divisé nos essais en pots en deux groupes: le premier dans lequel intervient le seul élément de la nature physique et chimique du terrain et dans lequel six terres entièrement dissemblables permettent les comparaisons, et le second dans lequel les éléments atmosphériques interviennent sur une seule terre, et soulignent leur influence.

Parmi les terres expérimentées dans les pots au laboratoire il convient de distinguer deux groupes:

- 1°/ Le groupe de terres de composition à peu près normale ou s'en rapprochant, c'est-à-dire la terre franche, le terreau et quelquefois la terre alcaline où l'emploi des nitrates, même aux fortes doses ne produit que rarement une action mortelle.
- 2°/ Le groupe de terres comprenant la terre de poterie, la terre acide et le sable où tous les nitrates, même aux faibles doses occasionnent une intoxication.

Nous pouvons considérer deux périodes dans la courbe de la toxicité des nitrates dans le premier groupe de terres. La première correspond à une forte dépression, durant laquelle, la végétation plutôt

réduite et très affaiblie, traduit une influence nettement toxique. Pendant la deuxième période, qui correspond à l'état de la végétation une dizaine de jours après la levée, l'action nocive s'est éliminée graduellement et a fait place à une autre indifférente ou quelquefois légèrement favorable.

Dans le second groupe de terres la toxicité s'est maintenue à peu près constante. Les doses supérieures à 8 T à l'hectare sont restées toxiques pendant toute la durée de ces essais dans le premier groupe de terres, dans le deuxième à 1 T, quelquefois même avant.

On remarque en outre, que les terres à réaction fortement alcaline ont été celles où les nitrates de la même réaction se sont avérés les plus toxiques, le même rapport existe entre les terres et les nitrates à réaction acide. Il convient de mentionner l'action favorable produite dans le premier groupe de terres pour tous les nitrates à 200 et 400 kgs. tant sur la levée que sur le début de la végétation.

Avec les essais en pots en plein air nous avons cru réaliser un état intermédiaire entre les expériences au laboratoire et celles en pleine terre, en introduisant les facteurs température, pluviométrie, évaporation.

Nous ne cacherons pas que nous n'espérions nullement obtenir dans les essais en pots en plein air des résultats différents de ceux de la pleine terre, mais la facilité matérielle qu'ils nous offraient, (étant sur la terrasse de la Station Agronomique) de suivre au jour le jour la végétation et les différentes manifestations de l'action toxique des nitrates, nous a tentée, nous les avons donc effectués, pour donner plus de précision à nos résultats en pleine terre.

Mais, si, pour le semis d'automne, les résultats en pots ont permis des comparaisons avec ceux obtenus en pleine terre, il n'en pas de même pour ceux ayant eu lieu au printemps. Le régime pluviométrique très faible, était insuffisant pour équilibrer l'évaporation qui se chiffrait quelquefois par 100 grs. par jour et par pot, et qui concourait à maintenir dans ces derniers une concentration très forte des solutions, qui agissaient sur les graines avec une violence qu'ils n'ont pas dans la pleine terre où l'évaporation n'est pas si intense, et d'ailleurs le sous sol jouant le rôle du réservoir remplace en partie l'eau évaporée.

Pour le semis de printemps, le nitrate de soude et le nitrate d'ammoniaque jouissent d'une toxicité à peu près égale, empêchant toute végétation à 6 T. A la même dose les nitrates de potasse et de chaux sont mortels pour les $\frac{2}{3}$ des graines.

L'augmentation de la toxicité des nitrates dans les essais effectués au printemps en pots en plein air, est donc le résultat du mouvement ascendant qui se produit du fait de l'évaporation intense.

Ce mouvement des nitrates, ou tout au moins leur maintien à la surface des pots qui régit comme on le voit la question de la toxicité de ces engrais et celui au contraire descendant observé dans nos re-

cherches sur le mouvement des nitrates dans le sol, nous montrent que l'on ne peut comparer les résultats obtenus dans des pots à ceux obtenus dans la pleine terre. Dans ce dernier milieu, comme le prouvent nos recherches sur la pénétration, il existe un mouvement descendant très prononcé dont le résultat est l'appauvrissement à peu près total des couches superficielles et au contraire une accumulation de nitrates dans les couches profondes.

Nous observons en outre, que les deux nitrates les moins toxiques : de potasse et de chaux dans nos essais au laboratoire, comme dans ceux en pleine terre ont été les plus rapidement entraînés par les eaux de ruissellement. Les nitrates de soude et d'ammoniaque au contraire se retrouvent en quantité notablement supérieure.

Les nitrates les plus toxiques, étant beaucoup moins entraînés, ce facteur ajoute à leur toxicité propre celle de la dose, en effet les solutions circulant dans ces couches sont plus concentrées du fait de la présence de plus grande quantité et par conséquent leur toxicité est accrue.

Malgré cette difficulté de l'entraînement, du nitrate de soude et du nitrate d'ammoniaque, qui augmente leur toxicité dans le sol par rapport au nitrate de chaux, il découle de nos essais en pleine terre que l'importance de la toxicité des nitrates et, spécialement celle du nitrate de soude, le plus couramment utilisée dans l'agriculture, « a été exagérée ».

Les doses couramment utilisées dans l'agriculture dépassant rarement 400 kgs. à l'Ha, il faut dans nos essais en pleine terre atteindre des doses 3 fois supérieures pour que s'observe un début d'action néfaste sur la levée, action qui par la suite disparaît sans jamais avoir été mortelle; et il faut atteindre des doses dix fois supérieures, c'est-à-dire de 4 T à l'Ha, pour que les nitrates de soude et d'ammoniaque provoquent la mort de 30% environ des graines semées. Pour produire cette même action des doses de 8 T de nitrate de potasse et de chaux sont nécessaires.

Pour un semis de printemps, la toxicité des nitrates augmente dans de légères proportions par rapport au semis d'automne.

A doses égales, comme il fallait s'y attendre, à la seule exception du nitrate de chaux, les nitrates sont plus toxiques sur les graines en germination que sur les plantules en végétation. La durée de l'état pathogène due aux nitrates est fonction de la saison.

Les effets d'intoxication des nitrates sur le blé sont multiples, quelques uns ont trait au cycle végétatif : épiaison, floraison; d'autres apportent des modifications dans la morphologie externe de la plante issue des grains intoxiqués : mode de tallage et de montaison, action sur la longueur et le diamètre de la tige, coloration de la paille, des feuilles, des épis et des grains et sur le rendement à l'hectare augmentation considérable du taux de tallage, la longueur des épis. Une parti-

cularité intéressante : les épillets surnuméraires fertiles.

Dans notre étude sur la toxicité des nitrates nous avons dû commencer par des doses couramment employées dans l'agriculture dans le but de préciser jusqu'à quel point ces doses que d'aucuns ont présenté comme toxiques pouvaient être défavorables à la végétation. Nous pouvons, sur la base de nos expériences, avancer qu'à aucune occasion les doses de 200 à 400 kgs. à l'hectare, de quelque nitrate qu'il s'agisse, n'ont eu la moindre influence défavorable sur la graine en germination ou sur la plante et qu'au contraire ces doses ont produit partout une exaltation des facultés végétatives des plantes.

On a reconnu que la teneur en nitrate de plantes telles que le blé, le sorgho, les betteraves, peut varier dans certaines conditions, M.M. J. Barral, Meunier, Séruti et de Plato, et G. de Vito qui ont étudié cet enrichissement en nitrate, se placent surtout sous l'angle de l'action nuisible que les nitrates, contenus dans les végétaux, peuvent exercer dans l'alimentation des animaux.

Il serait intéressant de continuer dans l'esprit de notre travail des recherches sur le dosage des nitrates dans les plantules ayant végété en présence de fortes doses de ces engrais; de même que la richesse en azote des grains.

Il y aurait aussi intérêt à poursuivre des études sur l'action des nitrates sur la forme et la structure anatomique des différents organes, racine, tige, feuille.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BARRAL J. Sur les nitrates qui se rencontrent dans les betteraves et quelques autres racines. C. R. Ac. Sc. 1878 p. 1084.
- BAUDRY M. A. C. R. Ac. Sc. T. 8, 1922.
- BELING R. W. La toxicité de la cyanamide et de ses composantes. Laudiv. Vers. Stat. T. 102 p. 1, 1924.
- BERTHAULT P. Sur l'épandage en lignes parallèles et rapprochées des graines de semences et des engrais chimiques. C. R. Ac. Sc. T. 8, 1922.
- BOEHM Ueber den vegetabilischen Nahrwerth den kalksalze. Wien Akad. Sitzber 71 p. 287, 1875.
- BOEUF F. Inefficacité de la sélection, basée sur deux caractères fluctuants (grosseur des grains et tallage), appliquée à une lignée pure de blé tendre et à une lignée pure de blé dur. Bulletin de la Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation de Tunis, N° 125.
- BOKORNY Influence de diverses substances sur la germination des graines et le développement des plantes. Biochem. Zetscher T. 50 p. 49, 1913.
- BORDAS & TOUPLAIN Considération au sujet de l'eau distillée pure et neutre. Ann. fraudes et falsifications 1926. p. 134.
- BOURDILLON R. Cheminical Society Vol. 103 p. 971, 1913.
- CH. BRIOUX & E. JOUIS Essais sur la diffusion du NO^3Na et $(\text{NO}^3)^2\text{Ca}$ dans le sol et leur entraînement en profondeur. Ann. Sc. Agr. 1931.
- BRUNHES La dégradation de l'énergie. Ann. Sc. Agr. 1913.
- CANALS Du rôle physiologique du magnésium chez les végétaux. Thèse Doct. Paris 1920.
- CANALS & MOUSSERON L'eau distillée en biologie. Bull. Soc. Chim. Biol. p. 203, 1927.
- CANALS & MOUSSERON L'eau distillée en biologie. Bull. Soc. Chim. Biol. p. 472, 1928.
- CANALS & GENEVET L'eau distillée en biologie. Bull. Soc. Chim. Biol. p. 673, 1935.
- CLAUDEL & CROCHETELLE Influence de quelques substances employées comme engrais sur la germination. Ann. Sc. Agr. T. 22 p. 131, 1896.

- CORNEVIN Action des poisons sur la germination des graines des végétaux dont ils proviennent.
C. R. Ac. Sc. T. 113 p. 274, 1891.
- COUPIN H. Sur la toxicité des sels de cuivre à l'égard des végétaux supérieurs.
C. R. Ac. Sc. T. 127, 1894.
- COUPIN H. Sur la toxicité des composés alcalino-terreux à l'égard des végétaux supérieurs.
C. R. Ac. Sc. T. 130 p. 791, 1900.
- COUPIN H. Sur la sensibilité des végétaux supérieurs à des doses très faibles de substances toxiques.
C. R. Ac. Sc. p. 645, 1901.
- COUPIN H. Sur la sensibilité des végétaux supérieurs à l'action utile des sels de potasse.
C. R. Ac. Sc. p. 132, 1901.
- COWES A. G. Décomposition de la cyanamide et de la dicyanodiamide dans le sol.
Jour. of. Agr. Sc. T. 9 p. 113, 1913.
- CRÉPIN CH. L'emploi du NaCl comme herbicide.
C. R. Ac. Sc. p. 431, 1930.
- CRÉPIN CH. Mécanisme de l'action du froid.
Ann. Sc. Agr. 1929.
- DASSONVILLE Influence des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux.
Rev. Gén. Bot. p. 370, 1928.
- DEHÉRAIN & DEMOUSSY Sur la germination dans l'eau distillée.
C. R. Ac. Sc. T. 132 p. 553, 1901.
- DEMOLON Étude sur la composition, la toxicité et l'évolution chimique et biologique du crud ammoniac.
Ann. Sc. Agr. p. 173, 1913.
- DEMOLON & BROUET Sur la pénétration des engrais solubles dans les sols.
Ann. Sc. Agr. p. 402, 1911.
- DEMOLON & LEROUX Guide pour l'étude expérimentale du sol.
Gauthier Villers et Cie Editeurs p. 151, 1933.
- DEMOLON La dynamique du sol.
Dunod Edit.
- EICHLER Versuche über den Einfluss Steigender Stickstoffgaben den Pflansen auf.
Arch. Landw. T. 3 p. 405, 1930.
- GAIN E. Chimie Agricole.
J. Baillière p. 67.
- GAROLA Les engrais.
Encyclop. Agric.

- G RANTHAM & F. GROFF Occurrence of sterile spikeletes in wheat.
Jour. of Agr. Researesh vol. 6 n^o 16.
- HEINRICH Action de la chaux sur les lupins.
Ann. Sc. Agr. T. 23 p. 494, 1897.
- HOTTER Influence de l'acide borique sur les végétaux.
Landwirth Versuch B. 37, 1890.
- HUPPE Voir A. Zlataroff.
Bull. Soc. Chim. Biol. p. 1198, 1926.
- IYENGAR SHAMA Mezog kutatások 1934, VII p. 281-282.
- JUNGELSON A. Sur la résistance des semences aux sels de cuivre.
Thèse Doct. Nancy 1917.
- KLING & LASSIEUR C. R. Ac. Sc. p. 181, 1925.
- KOLRAUSCH & HEYDWEILLER Zeit Ph. Chemische 14 p. 317, 1894.
- LANDOLT et BÖRNSTEIN Physikalish-Chemische Tabellen T. 1, 1923.
- LASSEUR & GIRARDET L'eau pure en biologie.
Bull. Soc. Chim. Biol. p. 314, 1924.
- LAWES & GILBERT Ann. Sc. Agr. 1913.
- LE RENARD Essais sur la valeur antitoxique de l'aliment complet et incomplet.
Thèse Doct. Paris 1907.
- LOEB La conception mécanique de la vie - trad. H. Mouton (Alcan).
- MALPFAUX & LEFORT La circulation des nitrates dans le sol.
Ann. Sc. Agr. p. 241, 1912.
- MAGOWAN The toxic. effect. of certain commun salts on the soil plants.
Bot. Gaz. T. 45 p. 45 1908.
- MAQENNE & DEMOUSSY Influence des matières minérales sur la germination.
Ann. Sc. Agr. 1920-21.
- MARXTON H. Effect. of fertilisers on the germination of Sceets.
Soil Sciences 1927 p. 325.
- MAUME & DULAC Toxicité et antagonisme en physiologie végétale.
Ann. Ec. Nat. Agr. Montpellier T. 20, 1930.
- MAUME & DULAC Sur la période de toxicité de divers engrais azotés à l'égard du blé au début de sa végétation.
C. R. Ac. Sc. T. 10 p. 442, 1924.
- MAYER A. Dungerlehre p. 160 1905.
- MAZÉ & PERRIER Recherches sur l'assimilation de quelques substances ternaires par les végétaux à chlorophylle.
Ann. Inst. Pasteur T. 18 p. 721, 1904.

- MAZÉ, VIL A & LEMOIGNE Action de la cyanamide et de la dicyano-
diamide sur le développement du maïs.
C. R. Ac. Sc. T. 169 p. 814, 1919.
- MEUNIER Études sur le sorgho.
Ann. Sc. Agr. T. 7 1881.
- MEUSEL Bot. Centralb T. XXIX p. 164, 1886.
- MIÈGE Traitement des semences par l'eau oxygénée. Bot. Centralbl.
117, 1911.
- MOREL L'acide borique sur la germination.
C. R. Ac. Sc. T. 114, 1892.
- MOLLIARD Action morphogénique de quelques substances organiques
sur les végétaux supérieurs.
Rev. Bot. T. 19, 1907.
- MULLER TH. & BAUER Bull. Soc. Chim. Biol. p. 314, 1921.
- MUNTZ, FAURE & LAINÉ Ann. Sc. Agr. 1913.
- MUNTZ & GAUDECHON De la diffusion des engrais salins dans la
terre. Ann. Sc. Ag. 1909 p. 379.
- OKHOTINE & O. F. SMIRNOVA Pedology T. 19 p. 236-262, 1934.
- OSTERHOUT On the importance of physiologically balanced for
plants.
Bot. Gaz. T. XLII p. 127, 1906.
- PALLET ET FRIBOURG Ann. Sc. Agr. 1902-1903.
- PAULESCO Action des chlorures sur les matières vivantes.
Thèse Doct. Paris 1902.
- PERCIVAL JOHN The wheat Plant Londres 1922.
- PETIT A. Rev. Hortic. p. 156 90ème année 1924.
- PIRSCHLE Nitrate und ammonsalze als Stickstoffgueller fur hohere
Pflanzen lei konstater Wasserstoffionen konzentration.
Zeits Pflanzen A. 22 p. 51 1930.
- Melle PROMSY G. Du rôle des acides dans la germination.
Thèse Doct. Paris 1912.
- QUITTET N. Bull. Inst. Nat. Agr. n° 5, 41ème année, mai 1930.
- ROUSSELLE V. Mouvement des nitrates dans le sol.
Ann. Sc. Agr. p. 97, 1913.
- RUF DE LAVISSON Sur la pénétration des sels dans le protoplasme
et sur la nature de leur action toxique.
Ann. Soc. Nat. Bot. T: 14, 1911.
- ROST. O. C. Action of Superphosphate on the germination of corn.
Journ. ann. Soc. of Agric. T. 22, 1930.
- SCHLOESING Ann. Sc. Agr. p. 97, 1913.

- SCRUTI & DE PLATO Sui fieni meridionali.
Staz. Sper. Agr. Italia 15, 1908.
- SIRODOT Des caractères de végétation particuliers au blé à très grand rendement.
Ann. Sc. Agr. p. 378, 1930.
- SIGMUND W. Action des agents chimiques sur la germination.
Résumé dans les Ann. Agr. T. 22 p. 296, 1896.
- SMITH CORNELL Some effects of potassium salts on soils.
Ann. Yale University 1920.
- TCHOSSITCH Thèse Doct. Nancy p. 61, 1927.
- DE VARIGNY L'atropine est elle un engrais végétal.
Rev. Gen. Bot. T. 4 p. 407, 1892.
- DE VITO Sur le contenu en nitrate de quelques graminées et légumineuses fourragères.
Italia Agricola 69 T. XI 1932.
- VOELCKER Travaux et expériences du Doct. Voelcker par Ronna 1874
p. 381. Bot. Centralb T. XXIX p. 164, 1886.
- WELLER KONRAD Thèse Doct à Munich 1928. T. P. Detterer ED.
Freising.
- WILLIS & DAVIS N. Car, Agr, Expt. Sta. Tech. Bull. 30 1er décembre
1928.
- WINDISH Action de l'hydrate de chaux sur la germination.
Ann. Sc. Agr. T. 26. p. 522, 1900.
- YAMASAKI Résistance de certaines variétés à l'action toxique du chlorate de potassium. Journal of the Imp. Agr. Exper. Stat
Nishigata. T. I p. 305, T. 4 p. 297.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	Page	7
Historique	»	9
Généralités	»	23
Essais en solutions	»	29
Essais en pot 1 ⁰ / au laboratoire	»	101
2 ⁰ / en plein air	»	123
Essais en pleine terre	»	132
Mouvement des nitrates dans le sol	»	167
Résumé Général et interprétation des résultats	»	181

JURY :

M. GAIN, *Président*

M. M. BOUIN et JOLY. *Assesseurs.*

1^{ère} THÈSE : Effet d'intoxication des nitrates sur les
graines de semis

2^{ème} THÈSE : Proposition de la Faculté
Sur les désinfectants des graines.

Le Président de Thèse
Professeur EDMOND GAIN
Nancy, le 12 Juin 1935

Vu et approuvé
Nancy, le 29 Juin 1935.

Le Doyen
R. CORNUBERT

Vu et Permis d'imprimer :
Nancy, le 26 Juin 1935
Le Recteur de l'Académie
Président du Conseil
de l'Université.
L. BRUNTZ

